中華農業研究

第三十一卷　　　　第　三　期

目　次

稻穀粒性狀之遺傳研究……………………………………………… 郭益全 謝順景……177

長粒型秈稻穀粒形狀對容重量及碾米率影響之研究 ……………………… 楊遜謙……187

甘藷花藥、莖段及塊根癒傷組織之器官形成 ………… 蔡新聲 賴本智 陳良築……191

瓊麻園雜草種類及施用殺草劑效果之評價 ……………………………… 胡敏夫……199

檬果開花期間溫度對枝條生育之影響 …………………………………… 歐錫坤……209

光照與激勃素對促進獼猴桃種子發芽之效果 …………………………… 劉邦基……215

緋牡丹仙人掌組織培養之研究 ……………………………………………… 林瑞松……220

水田滿江紅 *Azolla Pinnata* 研究

Ⅱ. 土壤與肥料因子對滿江紅生長之影響……………… 李啓彰 林錫錦 林家棻……225

細花野牽牛簇葉病之兎絲媒介傳染 ……………………………………… 楊一郎……235

甘藷病毒 SPV-A 及 SPV-N 消除法之研究 ……… 廖嘉信 蔡新聲 盧英權……239

水稻葉色與葉片全氮濃度之品種間差異 ………………………………… 蔡金川……246

中華民國七十一年九月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 31(3)：177～186 (1982)

稻穀粒性狀之遺傳研究[1]

郭益全 謝順景[2]

摘要：本試驗以 Mira (P_1)×Norin 20 (P_2) 組合之包括 P_1、P_2、F_1、F_2、BC_1 及 BC_2 等六個遺傳集團爲材料，探討該組合稻穀之粒長、粒厚、粒寬及百粒重等4個穀粒性狀之遺傳行爲，結果獲知：粒長、粒厚、粒寬及百粒重等 4個穀粒性狀在 F_2 集團之頻度分布圖形均呈連續性分布，但4穀粒性狀分布圖形之樣式則不盡一致。雜種優勢、純雜種優勢及自交衰退量等三種遺傳介值普遍存在4穀粒性狀，其經以 Potence value 判定4穀粒性狀在 F_1 之顯性程度及 Mather and Jinks 變方成分劃分以評定4穀粒性狀顯性度之估算結果十分近似，均呈短粒對長粒及粒厚對粒薄爲不完全顯性；粒寬爲超顯性；粒重方面則爲微小程度之不完全顯性。經世代平均值分析指出，粒長及粒重之遺傳變異由累加性、顯性、累加性 × 累加性交感、累加性 × 顯性交感、顯性 × 顯性交感等成分所支配，且兩性狀之顯性及顯性 × 顯性之交感等兩成分符號相反，表示屬重覆型之上位性。而粒厚之變異主要係累加性、顯性及累加性×累加性交感成分之效應。粒寬之變異則由顯性及累加性×顯性交感兩成分之效應所左右。4穀粒性狀之廣義遺傳率介於 82—94% 之間，狹義遺傳率介於 34—69% 之間，其中以粒長之遺傳率較高，而以粒厚者較低。相關分析之結果發現粒重與粒長、粒厚及粒寬均呈極顯著之正相關。

劉等[5]綜合本省期作間水稻乾物質、碳水化合物與氮素之供需比較的研究，提出一初步假說爲：一期作水稻之光合成能力足供穗部發育之需，產量限制因子爲貯蓄(Sink)容積；二期作則光合成能力與貯蓄容積並爲限制因子。基此假說，吾人可推定欲謀本省稻作之增產須從增加未來品種之貯蓄容積及提高新育成品種之光合成能力等兩方面來進行。其中，貯蓄容積之增加，則可藉增加穎花數或提高結實率或增大穀粒的潛在大小 (Potential size) 來著手[5,16]。

而所謂稻穀的潛在大小就是習稱的稻穀性狀 (Grain character)，它是由該稻粒之長、寬 (或稱幅)、厚及重等度量來表示。然由於稻粒係由稻穀之內外穎緊密地包裹著，故同品種稻穀的潛在大小之變異不僅不大，且早在開花(Anthesis) 之前五天即已決定[14]。亦即，若穀粒發育期間之充實無障礙，同品種稻粒之貯蓄容積概呈一定。也就是說，穀粒之輕重大小是一種表現相當穩定的品種特性[25]。

據 Chang and Somrith[7] 及 Chang and Li[8] 之論述，稻穀特性能直接或間接影響稻米之市場商品價值，而爲一種相當重要之經濟性狀。再加上前所述及之穀粒的潛在大小頗與本省稻作之增產有關。故，有關稻穀特性之遺傳育種研究實有其重要性，惜至目前爲止，學者專家有關稻穀特性之研究報告雖頗多，唯已發表之往昔報告中，稻穀特性往往被視爲質的性狀(Qualitative character) 來探討；而將之視爲量的性狀 (Quantitative character) 來檢討之報告尚不多見。且已發表之報告也僅討論稻粒之長及重[1,20]等兩性狀，至於粒寬及厚等兩數量性狀之遺傳訊息則闕如。故本論文之目的乃在全面探討稻穀之長、寬、厚及重等四個數量性狀之遺傳行爲，藉供有關稻穀特性育種方面遺傳基礎知識之再認識，俾助益於目標稻粒大小育種計畫之擬定，而有利於合意品種之選獲。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第1052號。文承本所呂宗佳博士斧正，敬表謝忱。
2. 本所農藝系助理研究員、研究員兼系主任。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

材料與方法

供試水稻材料係以大粒種之 Mira 爲花粉親(P_1)，而以短粒種 Norin 20 號爲母本(P_2)行雜交及 F_1 之自交與回交兩親本所得之 F_1、BC_1、BC_2、F_2、P_1 及 P_2 等共計六個集團。試驗年期爲 1981 年一期作：田間設計採逢機完全區集，四重覆。每區集包含：P_1 及 P_2 各二行；F_1、BC_1 及 BC_2 各一行；$F_2$20 行及保護行前後各 3 行等共計 33 行。每行 12 株，單本植。行株距 25×25 cm。肥料用量硫酸錏、過磷酸鈣及氯化鉀依次各爲 600、300 及 80 kg/ha。收獲考種時則每區集各集團每行取中間10 株。每單株百粒重之數據係各該單株充實良好逢機 500 粒重之平均值；至於粒長、寬及厚等三性狀則爲度量此 500 粒中逢機 5 粒稻粒之平均。

至於調查所得各性狀諸數據之統計分析則：F_2集團各穀粒性狀柱狀頻度分布圖形組幅之訂定按葉著[4]倡議之 Snedecor 氏及 Struges 氏兩法之折衷實用組幅法設訂，至於各該分布之歪度及峯度值的估算及顯著性測驗亦採葉著[4]所載R. A. Fisher 大師之 r_1 及 r_2 係數法。至於各性狀 F_1 顯性程度之測定以 Griffing[9] 所提之公式估算。F_1 之雜種優勢 (Heterosis) 仿 Walton[22] 法計算；而 F_1 之純雜種優勢 (Heterobeltiosis) 則按 Leng[11] 及 Li[12] 之方法估計；自交衰退量 (Inbreeding depression) 採 Miller and Marani[15] 之公式估計。各類遺傳因子效應之劃分係按 Mather and Jinks[13] 法進行。遺傳率之估計廣義者以 Weber and Moorthy[24] 法，狹義者以 Warner[23] 法估算。而控制各該性狀之有效因子數則兩法並行，a法仿 Sinnott氏等[19] 法；b 法則據 Burton[6] 法估計。另各性狀彼此間之表現型、遺傳型及環境相關乃根據 Weber and Moorthy[24] 之公式估算。

結　果

一、各集團稻穀性狀之表現暨 F_2 集團諸穀粒性狀之分離

供試水稻材料各集團稻穀性狀之平均值及各該平均值之標準機差列於表 1，F_2 集團各穀粒性狀之柱狀頻度分布圖形則繪如圖 1，至於表 2 則爲各稻穀性狀柱狀頻度分布圖形之歪度及峯度估值。

表 1. 水稻 Mira×Norin 20 組合 4 稻穀性狀之世代平均及平均之標準機差

Table 1. Generation means and the standard error of the means of four grain characters in Mira×Norin 20 cross combination of rice (1st crop season 1981).

Generation	Grain length (mm)	Grain thickness (mm)	Grain width (mm)	100-grain wt. (g)
$\overline{P_1}$	9.68±0.020	2.33±0.008	3.72±0.010	3.73±0.025
$\overline{BC_1}$	9.51±0.098	2.31±0.009	3.78±0.015	3.71±0.077
$\overline{F_1}$	8.46±0.018	2.30±0.006	3.79±0.010	3.27±0.016
$\overline{F_2}$	8.57±0.016	2.26±0.003	3.74±0.005	3.18±0.009
$\overline{BC_2}$	7.92±0.032	2.25±0.008	3.71±0.018	2.92±0.024
$\overline{P_2}$	7.77±0.018	2.24±0.005	3.73±0.006	2.70±0.008

由表 1 就兩親本稻穀性狀之表現觀之，大粒種之父本 (P_1) 與短粒種之母本 (P_2) 間，兩者稻穀之粒長及粒重等兩性狀雖存有相當程度之差異，但粒寬與粒厚等兩性狀則兩親本間幾無差別或差異不大。表 1 亦顯示各集團 4 個稻穀性狀之表現則除粒寬性狀之表現無一定趨勢外，餘粒長、粒厚及粒重之在各世代之表現的變異趨勢則相當一致。均呈 F_1 世代及 F_2 集團之均值均介於兩親本之間；同時，F_1 回交兩親本之各回交代 BC_1 及 BC_2 的粒長、粒厚及粒重等 3 性狀之表現，則各該回交代亦趨近於各該回交親本諸性狀之表現，即 BC_1 趨近 P_1；BC_2 趨近 P_2。此 3 性狀之表現似暗示控制此等性狀

之遺傳變異中，累加性的變方似占有相當大之比例。至於粒寬之表現則 F_1、F_2 及 BC_1 等三世代均優於高親本，而 BC_2 則與兩親本幾無無差異，此現象可推定控制粒寬性狀之遺傳成分中，似有超顯性現象。

圖 1 F_2 集團各穀粒性狀之柱狀頻度分布圖形則顯示：供試水稻材料穀粒之長、寬、厚及重等四個性狀之分布均屬連續性分布（Continual distribution），即符合數量性狀概呈連續性分布之前提。唯，四性狀分布圖形之樣式則似不盡一致(表 2)。粒長之分布不僅峰度顯著地高於常態分布之峰度，且圖形之高峰亦偏向左方呈右偏斜（表 2），表示 F_2 集團中大多數個體本性狀之表現概較偏向低親本Norin 20號這一方。同時，圖形亦顯示 F_2 集團之諸多個體中，並無超越出兩親本變域之個體出現(圖 1a)，表示在本供試水稻材料中，粒長性狀並無超越分離現象。粒厚之頻度分布圖形爲具常態峰度之右偏斜圖形(表 2)，但圖形則顯現 F_2 集團中尚有若干個體向正負兩方向作超越分離（圖 1b)

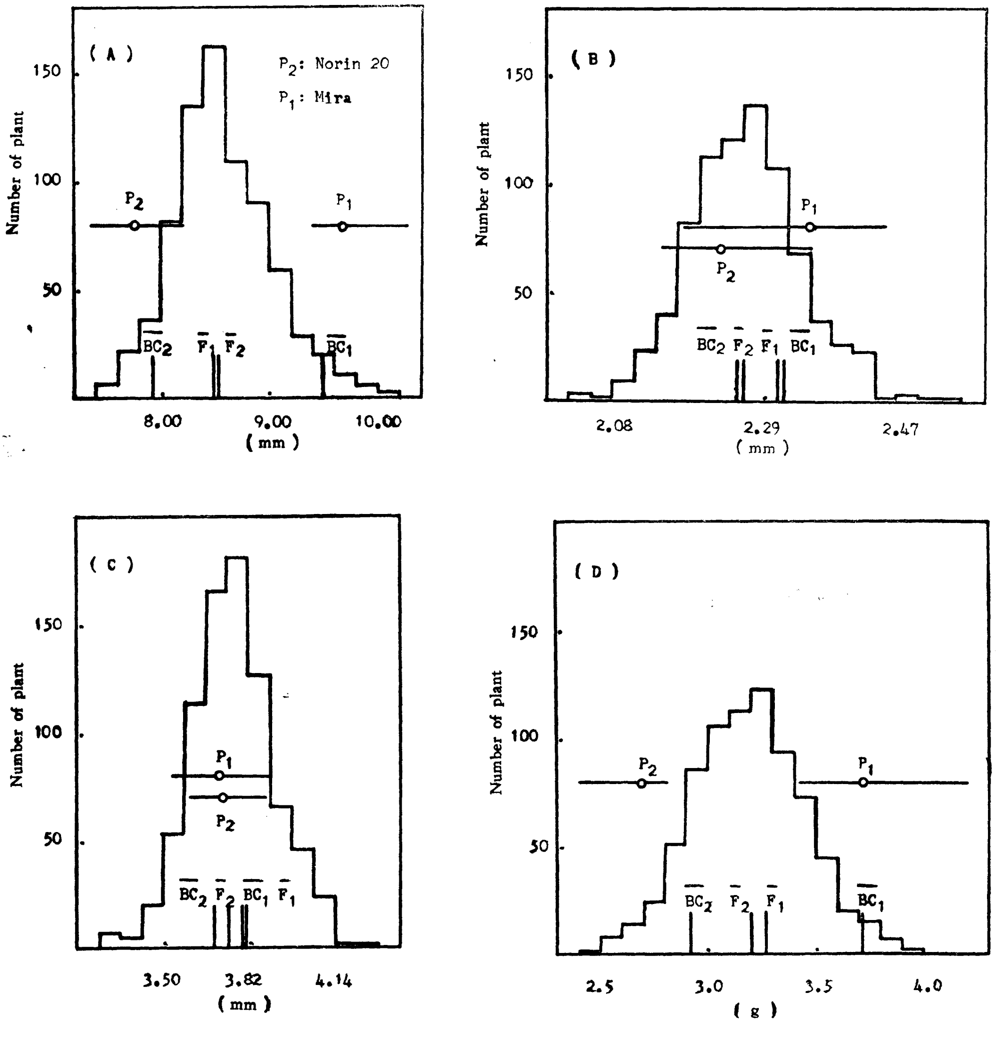


圖 1. 水稻 Mira×Norin 20 組合兩親本、F_1、F_2、BC_1 及 BC_2 4 稻穀性狀之平均與 F_2 之頻度分布

Fig. 1. F_2 distributions and means of grain length (A), grain thickness (B), grain width (C) and 100-grain weight (D) of parents, F_1, F_2, BC_1 and BC_2 plants in Mira×Norin 20 cross combination of rice. Solid horizontal lines show the range of parents about the means (dotted circles).

。粒寬性狀之頻度分布圖形雖尙對稱，但峰度則高於常態峰度（表 2），且圖形亦 F_2 集團中有相當數目之個體向左右兩方向超越兩親本（圖 1c）。 粒重性狀之分布圖形則爲 4 稻穀性狀中唯一之常態分布（表 2），而 F_2 集團中本性狀亦無超越分離現象（圖 1d）。

表 2. 水稻 Mira×Norin 20 組合 4 稻穀性狀之歪度及峰度

Table 2. Skewness (g_1) and kurtosis (g_2) of four grain characters estimated from Mira×Norin 20 cross combination of rice.

Character	g_1	g_2
Grain length	0.44*	0.43*
Grain thickness	0.20*	0.32
Grain width	0.15	0.70*
100-grain wt.	0.05	0.09

*Significant at the 5% level.

二、各稻穀性狀之雜種優勢、純雜種優勢，自交衰退量及 F_1 顯性程度

所謂雜種優勢是 F_1 世代某性狀與兩親中間值之差異的一種遺傳介值；純雜種優勢則爲 F_1 世代某性狀之均值與高親本之差異的一種表示方式；自交衰退量則示 F_1 世代與 F_2 集團某性狀之均值之差異。本研究爲明瞭稻穀性狀之此三種遺傳介值曾仿各類估算公式加以估計，其結果列於表 3。由表 3 知，F_1 世代 4 個稻穀性狀中，除粒長爲低於兩親中間值外，餘粒寬、粒重及粒厚等三性狀則均高於兩親中間值。而 F_1 世代四穀粒性狀之表現與高親本者相比較則僅粒寬優於高親本外，餘三性狀均顯著地低於高親本。至於 F_1 世代與 F_2 集團穀粒性狀表現之差異，則除粒長是 F_2 集團均值大於 F_1 世代之平均外，餘粒厚、粒寬及粒重等三性狀均呈 F_1 世代之平均大於 F_2 集團之平均。

某性狀 F_1 顯性程度之估計係 F_1 世代該性狀之均值與兩親中間值之差異與此性狀高親本與兩親中間值差異之比值。若此比值之絕對值介於 0 至 0.25 間，則表該性狀在 F_1 世代沒有顯性或僅若干程度之部份顯性；而當此比值之絕對值介於0.25至 0.75 間時，即表示部份顯性；若其絕對值落在 0.75 至 1.25 時，則爲完全顯性；而在此絕對值大於 1.25 以上時，即表示該性狀在 F_1 世代上之表現爲超顯性作用 [9]。本研究曾仿此 Griffing [9] 之理論估算供試水稻材料四穀粒性狀之 F_1 顯性程度，其估算結果亦列於表 3 中。由表3 F_1 顯性程度項下獲知：粒長之 Potence value 爲負值，其絕對值則落入 0.25 至 0.75 之間，顯示粒長在 F_1 世代之表現爲短粒對長粒呈部份顯性，其餘粒厚性狀爲穀粒厚者對粒薄者爲部份顯性；粒寬性狀在 F_1 世代上表現則呈寬者對狹者爲超顯性；至於百粒重性狀在 F_1世代之表現則重者對輕者僅存在微小程度之部份顯性或無顯性。

表 3. 水稻 Mira×Norin 20 組合 4 稻穀性狀之雜種優勢、純雜種優勢、自交衰退量及顯性度

Table 3. Heterosis, heterobeltiosis, inbreeding depression and degree of dominance of four grain characters in Mira×Norin 20 cross combination of rice.

Character	Heterosis	Heterobeltiosis	Indreeding depression	Degree of dominance of F_1	
				Potence value	Marked
Grain length	− 3.1**	− 12.6**	− 1.3**	− 0.28	Partial dominance
Grain thickness	0.9*	− 1.3**	1.7*	0.40	Partial dominance
Grain width	1.6**	1.6**	1.3**	13.00	Over dominace
100-grain wt.	1.6**	− 12.3**	2.8**	0.10	No dominance

*Significant at the 5% level.
**Significant at the 1% level.

三、各穀粒性狀之變方成分

理論上，數量性狀之表現實乃遺傳、環境及遺傳與環境交感作用三者之總和。其中遺傳變方又可區分為顯性作用、累加性及兩者之交感作用的變方。而由本研究結果之前兩節已現出供試水稻材料 4 稻穀性狀中諸變方成分大小不同之端倪，今為較肯定諸穀粒性狀各該變方成分之相對大小起見，乃按 Mather and Jinks [13] 由 F_2 及各回交代估算變方成分之方法，估算 4 穀粒性狀之顯性、累加性及環境變方之估值，其結果示如表 4 。綜覽表 4 可知四穀粒性狀之累加性及顯性變方均較其環境變方為大，同時四穀粒性狀之三類變方成分中，則僅粒長之顯性變方為負值，餘均為正值，而表示顯性變方及累加性變方相對大小之 $\sqrt{H/D}$ 值則除粒粒寬大於 1 外，餘粒長、粒寬及粒重等三性狀概小於 1 。

茲再就表 4 按性別分別詳述累加性變方、顯性變方及 $\sqrt{D/H}$ 所蘊藏之遺傳訊息。首先，粒長之顯性變方為負值，此即表短粒者對長粒者為顯性；而 $\sqrt{D/H}=0.85$，其值與表示完全顯性時之 $\sqrt{H/D}=1$ 則存有相當之差異。據此吾人可推定本研究供試材料關於穀粒長之遺傳行為呈短粒對長粒為不完全顯性；粒厚之顯性變方為正值； $\sqrt{D/H}=0.67$ ，表示穀粒厚者對穀粒薄者為不完全顯性；粒寬之顯性變方亦為正值，唯 $\sqrt{H/D}$ 之值高達 6.54，顯示粒寬之遺傳機制有超顯性現象；百粒重則穀粒重者對穀粒輕者有相當程度之不完全顯性。總上而知，此由 F_2 及各回交代之變方成分劃分所作之推定恰與前節 F_1 顯性程度估計之結果相當近似。

表 4. 水稻 Mira×Norin 20 組合 4 稻穀性狀之變方成分

Table 4. The variance components of four grain characters in Mira×Norin 20 cross combination of rice.

Character	D	H	E	$\sqrt{D/H}$
Grain length	0.5804	− 0.4151	0.0241	0.85
Grain thickness	0.0194	0.0088	0.0030	0.67
Grain width	0.0074	0.0484	0.0054	6.54
100-grain wt.	0.1071	0.0299	0.0230	0.53

四、各穀粒性狀之尺度測驗及 6 介量模式之遺傳效應估計

前已述及數量性狀之遺傳變方通常又可區為累加性變方、顯性變方及兩者交感作用之變方等三類，前節亦曾藉 F_2 及各回交代劃分供試水稻材料 4 稻穀性狀之變方成分。唯限於估算方法僅能獲得累加性變方、顯性變方及環境變方等三種成分，至於遺傳變方中是否有累加性及顯性因子之交感作用存在則未能檢出，故將各穀粒性狀之各項資料行 Mather and Jinks [13] 兩氏所提之尺度測驗(Scaling test) 公式測定各性狀是否符合累加性-顯性模式 (Additive-dominance model)，其結果如表 5 。

表 5. 水稻 Mira×Norin 20 組合 4 稻穀性狀之尺度測驗

Table 5. Scaling test for four grain characters in Mira×Norin 20 cross combination of rice.

Parameter	Grain length	Grain thickness	Grain width	100-grain wt
A	0.88**±0.198	−0.01 ±0.020	0.05 ±0.032	0.42 ±0.222
B	−0.39**±0.069	−0.04* ±0.018	−0.10**±0.038	−0.13* ±0.051
C	−0.09 ±0.078	−0.13**±0.019	−0.07* ±0.031	−0.25**±0.054

* Significant at the 5% level.

** Significant at the 1% level.

由表 5 知，粒長性狀之 A 尺度與 B 尺度與 0 均有極顯著之差異存在，表示粒長性狀並未能符合單純累加性-顯性模式，而可能有各類交感作用存在；其他粒厚、粒寬及粒重等三性狀亦均未能符合累加性-顯性模式。亦即表 5 尺度測驗之數據顯示供試水稻材料穀粒性狀之遺傳變方中，除了存在累加性變方及顯性變方外，尚有兩者之各類交感作用之變方存在，故本研究乃再根據 Mather and Jinks [13] 非對立因子交感作用之檢出公式進一步行累加性、顯性及交感作用的 6 介量模式行遺傳效應之估計，其結果示如表 6。

由表 6 知，粒長、粒厚及粒重之累加性效應均達 1 %極顯著之水準；顯性效應方面則粒長、粒厚、粒寬及粒重等四個性狀概顯著；至於各類交感作用方面，各性狀之顯著情形除粒長及粒重相彷外，餘粒厚及粒寬等兩性狀交感效應之類型則互不相同。詳言之，粒長及粒重之遺傳行爲完全相似，兩者之遺傳變方概由累加性、顯性、累加性×累加性之交感、累加性×顯性之交感及顯性×顯性之交感等五類變方所支配；而粒厚性狀之遺傳變方係由累加性、顯性及累加性×累加性之交感等三類變方所左右；至於粒寬性狀之遺傳變方則僅受顯性及累加性×顯性之交感等兩型變方所支配。

綜上而知，粒長、粒厚、粒寬及粒重等四個稻穀性狀中，粒長及粒重之遺傳機制較複雜，而粒寬及粒厚兩性狀之遺傳行爲較爲簡單，尤以粒寬爲然。

表 6. 水稻 Mira×Norin 20 組 4 稻穀性狀 5 介量因子效應之加權最小平方估計
Table 6. Weighted least square estimation of gene effects in a 6-parameters for four grain characters of the Mira×Norin 20 cross combination of rice.

Character	Gene effect					
	m (mp)	d (add.)	h (dom.)	i (add.×add.)	j (add.×dom.)	l (dom.×dom.)
Grain length	8.15**±0.216	0.96**±0.013	1.39* ±0.633	0.58**±0.216	1.27**±0.208	−1.07* ±0.468
Grain thickness	2.21**±0.061	0.05**±0.005	0.23* ±0.093	0.08**±0.027	0.03 ±0.026	−0.03 ±0.052
Grain width	3.71**±0.081	−0.01 ±0.006	0.15**±0.061	0.02 ±0.04	0.15**±0.048	0.03 ±0.150
100-grain weight	2.68**±0.200	0.52**±0.013	1.43**±0.596	0.54**±0.200	0.55**±0.198	−0.83* ±0.397

* Significant at the 5% level.
** Significant at the 1% level.

五、各稻穀性狀之遺傳率、有效因子數及粒重與其他稻穀性狀之相關

表 7 所列係各稻穀性狀之廣義與狹義遺傳率及控制各該性狀表現之有效因子數。至於粒重與其他稻穀性狀粒長、粒厚及粒寬等三性狀之表現型、遺傳型及環境相關係數則示於表 8。

表 7. 水稻 Mira×Norin 20 組合 4 稻穀性狀之遺傳率及有效因子數
Table 7. Heritability and effective factor of four grain characters estimated from Mira×Norin 20 cross combination of rice.

Character	Heritability		Effective factor[1]	
	Broad sense	Narrow sense	a	b
Grain length	93.9	68.9	2.45	2.40
Grain thickness	68.1	33.9	0.44	0.30
Grain width	82.0	46.0	0.10	0.06
100g-grain weight	84.3	40.3	2.88	2.38

1. a : Estimated by the method of Sinnott *et al.* (1951).
b : Estimated by the method of Burton (1951).

由表7知各性狀之廣義遺傳率值均遠較各該性狀之狹義遺傳率值爲高，再度顯示各性狀之遺傳成分中，顯性變方佔有相當之份量。而諸稻穀性狀之遺傳率概以粒長爲最高，以粒厚之遺傳率值爲較低。此可能爲粒厚之決定受穀粒充實期間微氣象之因素影響較大而掩蓋了基因之表能潛能。

本研究中，控制各該性狀之有效因子曾分別採用 Sinnott 氏等[19] 及 Burton[6] 氏所提之公式進行估算，結果發現兩氏之估算結果十分近似（表7），惟兩法中 Sinnott 等[19]法之估計簡易，故以本研究之結果言，以 Sinnott 氏等[19]法行各該性狀之有效因子數之估算實已相當妥善可信。至於控制各稻穀性狀之有效因子數則粒長可能有2羣；粒重約爲2—3羣；而粒厚及粒寬等兩性狀則不足1羣，考其原因應爲兩親本該兩性狀之差異不大之故（表1）。

綜覽表8粒重與其他三稻穀性狀之三類相關係數值知，粒重與其他稻穀性狀之遺傳相關值遠大於各該性狀之環境相關；而表現型相關則恰介於遺傳相關及環境相關值之間。同時，粒重與粒長、粒寬及粒厚等三稻穀性狀間均呈極顯著之正相關。

表 8. 水稻 Mira×Norin 20 組粒合重與其他3稻穀狀性之表現型、遺傳型及環境相關

Table 8. Phenotypic(r_P)、genotypic (r_G) and environmental (r_E) correlation coefficients among 100-grain weight and grain length, grain thickness and grain width in the F_2 population of Mira×Norin 20 cross combination

Character	r_P	r_G	r_E
100-grain weight and			
Grain length	0.65**	0.77	0.23
Grain thickness	0.52**	0.56	0.52
Grain width	0.48**	0.56	0.26

**Significant at the 1% level.

討　論

與小麥及大麥之穀粒大小（Grain size）品種內存有相當大之變異不同，稻穀之穀粒是由內外穎緊密地包裹著，所以同品種稻穀穀粒之潛在大小的變異範圍有限，且其大小早在開花前5天即已決定[14]。因此增大稻穀穀粒之潛在大小遂被 Murata and Matsushima [16] 等稻作生理學者認爲是稻作增產之有效措施之一；又因爲穀粒大小是稻米市場品質之極重要的性狀之一。所以有關稻穀潛在大小之遺傳育種研究實有其重要性，然基於以往稻穀性狀常被視爲質的性狀，且僅有粒長及粒重等兩性狀之報告，而未遍及粒厚及粒寬等二性狀之研究。故本研究以世代平均值法爲主，全面探討粒長、粒厚、粒寬及粒重等4個稻穀數量性狀之遺傳行爲。而由本研究供試水稻材料4稻穀性狀柱狀頻度分布圖形顯示，4穀粒性狀柱狀飽度分布圖形之樣式雖不盡一致，但均屬連續性的分布（表2及圖1）。此觀察結果恰與湯著[3]：某性狀之後代雜種中可發現兩種極端型以及各種程度之中間型，且其雜種植物間該性狀是一種連續性分布之數量性狀特質之描述相符，亦即據此觀察，吾人可認定本試驗供試水稻材料之粒長、粒厚、粒寬及粒重等4種性狀均屬數量性狀，而諸性狀之各該分布圖形之樣式則與前人[2,10,20]之綜述與觀察研究的結果相同。並再次確證著者等於試驗前即以數量性狀爲前提，且以世代平均值法來進行本項遺傳研究是妥善的。

作物某性狀雜種優勢之發生，據 Sinha and Khanna[18] 從生化、遺傳及生理基點上之論述，雖有顯性說，超顯性說、生理刺激、細胞及次細胞的互補作用(Complementation at cellular and subcellular level)、平衡的代謝（Balanced metabolism）及賀爾蒙與其他因素(Hormonal and

other factor）等種種假說。但純就遺傳觀點而言，學者一般常以顯性、上位性（Epistasis，即非對立因子間之顯性作用）或前兩者之綜合效應為導致某性狀發生雜種優勢之原因，且當顯性作用為該性狀發生雜種之唯一原因時，則F_1世代該性狀之均值即等於F_2集團此性狀之平均 [12]。而本研究中，曾採 Walton [22] 所提 $(\bar{F}_1-\overline{MP})/\overline{MP}\times100$ 的估算公式估計 4 稻穀性狀之雜種優勢；仿 Leng [11] 及Li [12] 之 $(\bar{F}_1-\overline{HP})/\overline{HP}\times100$之估算公式估計純雜種優勢；按 Miller and Marani [15] 之 $(\bar{F}_1-\bar{F}_2)/\bar{F}_1\times100$ 的估算式計算自交衰退量。結果發現上述雜種優勢、純雜種優勢及自交衰退量等三種遺傳介值均顯著，意即 F_1 世代 4 稻穀性狀與高親本（HP）、中間親本（$2MP=\bar{P}_1+\bar{P}_2$）及 F_2 集團各該性狀均值均有差異存（表 3）。故採前人論據 [12] 證之本研究表 3 之結果，吾人可判定本研究供試水稻材料 4 穀粒性狀在 F_1 世代所表現之雜種優勢，並非僅僅為遺傳因子之顯性效應，而可能尚有其他遺傳因子之各類作用存在。

據 Chang and Somirth [7] 及 Chang and Li [8] 綜述中所引述 Dave 氏對粒長顯性順序之觀察是依次為長粒>中粒>短粒>極短粒。本研究曾仿 Griffing [9] 所提公式計算 Potence value 值，以評定F_1各性狀之顯性程度；並曾按 Mather and Jinks [13] 由六個遺傳集團為材料，將 F_2 某性狀之變方劃分為顯性、累加性及環境等三類變方，同時藉 $\sqrt{D/H}$ 值以指出該性狀之顯性度。結果兩種估算方法一致指出在本供試水稻材料中，粒長之遺傳行為係短粒對長粒為部分顯性或不完全顯性（表 3 及表 4）。亦即本研究之推定恰與早期學者Dave之觀察結果相反；與晚近之短粒對長粒為不完全顯性 [21] 或顯性 [1,15] 之遺傳假說相同或近似。至於本研究中粒厚、粒寬及粒重等三穀粒粒性狀之觀察結果，則著者等所蒐集之諸多中文獻中，並無足供印證者。另 Griffing [9] 由 F_1 及兩親本之資料指出 F_1 粒厚、粒寬及粒重等性狀的顯性度與方向則與 Mather and Jinks [13] 氏由六個遺傳集團材料所指出稻穀粒厚、粒寬及粒重等三性狀之顯性程度與方向完全相同。故就本試驗之結果言，雖 Griffing [9] 氏法計算簡易；所須遺傳集團也少；而 Mather and Jinks [13] 法所須遺傳集團較多，計算過程也較複雜，但兩法之估算結果所蘊含之遺傳意義則相同，不過此相異之兩估算方法而有相同之遺傳訊息是否具普遍性，則吾人不敢遽下斷言。

理論上，某數量性狀之遺傳變方又可區分為累加性變方(d)、顯性變方(h)、及累加性×累加性（i）累加性×顯性（j）與顯性×顯性（l）等三類交感之變方。而 Mather and Jinks [13] 則進一步依次稱這三類交感為同型接合體×同型接合體（Homozygote×Homozygote）交感、同型接合體×異型接合體（Homozygote×Heterozygote）交感與異型接合體×異型接合體（Heterozygote×Heterozygote）交感，並將此三類交感依 h 及 l 之正負符號區分為互補型（Complementary type）及重覆型（Dutplicae type）。其中，互補型係 h 與 l 正或負同號；而重覆型則 h 與 l 之正負異號。準此，可知粒長與粒重等兩性狀遺傳變異中之交感變方係屬重覆型。而粒厚及粒寬等兩性狀之 l 值均與 0 無顯著之差異（表 6），故不能將之歸類。

同時本研究中顯示粒長之遺傳變異係由累加性、顯性及累加性×累加性交感、累加性×顯性交感與顯性×顯性交感等五種變方所支配（表 6），此結果與曾 [1] F_1 全互交分析之粒長的遺傳變異主要由累加性變方所支配之結果不同；而與 Somirth 氏等 [20] 以世代平均值法分析粒長之遺傳因子效應，所指出之累加性及顯性為粒長變異的兩大遺傳因素，其間並存有若干非對立因子之交感作用之結果相近。至於粒重之遺傳機制則本研究之結果與學者們研究指出之百粒重之遺傳變異雖有若干程度屬非對立因子間之交感作用 [20] 或顯性變方 [1]，但主要由累加性變方所支配 [1,20] 之結果相異。

遺傳率之估算結果則顯示 4 稻穀性狀粒長、粒厚、粒寬及粒重等之遺傳率值若與已發表稻株其他性狀之遺傳率值 [8] 相比較，則 4 稻穀性狀之遺傳率值已相對趨高。指出，與稻株其他性狀相比，稻穀性狀受遺傳因素（累加性變方）支配之程度已相當高，很有利於育種選拔效率之確保。

引用文獻

1. 曾美倉・1977・水稻粒重、粒型及其他數量性狀之全互交分析・國立臺灣大學農學院研究報告 17（2）：78—90。
2. 張德梅・1974・水稻粒型之遺傳研究・農業研究 23（1）：9—15。
3. 湯文通・1967・作物育種之原理與實施，初版・國立臺灣大學農學院農藝系，臺北。
4. 葉樹藩・1974・試驗設計學　第一部份生物統計學，增訂六版。廣文書局，臺北。
5. 劉大江・陳定鼎・1981・期作間水稻乾物質、碳水化合物與氮素之供需比較，臺灣省政府農林廳所屬各試驗場所　農業試驗工作報告，稻作組臺灣省農業試驗所部份　P60—62。
6. Burton, G. W. 1951. Quantitative inheritance in pearl millet. Agron. J. 43 : 409-417.
7. Chang, T. T. and B. Somrith. 1979. Genetic studies on the grain quality of rice. In Proceeding of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. P49-58. IRRI.
8. Chang, T. T. and C. C. Li. 1980. Genetic and breeding. In Rice : production and ultilizition. (Bor S. Luh ed.) P87-146. AVI Publishing Company, INC.
9. Griffing, J. B. 1950. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. Gentics 35 : 303-321.
10. Hsieh, S. C. and Y. C. Kuo. 1979. Genetical studies on protein content and other agronomic characters in the cross between *india* and *japonica* rices. Proceeding of the National Science Council 3 (4) : 397-403.
11. Leng, E. R. 1954. Effects of heterosis no the major components of grain yield in cron. Agron. J. 46 : 502-506.
12. Li, C. C. 1976. Early generation heterosis and inbreeding depression in rice. (NCHU) Bull. Agronomy 1 : 73-81.
13. Mather, K. and J. L. Jinks. 1971. Biometrical genetics. Cornell University Press, New York.
14. Matsushima, S. 1957. Analysis of dvelopment factors determining yield and yield prediction in lowland rice. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. Japan Ser. A5 : 1-127.
15. Miller, P. A. and A. Marani. 1963. Heterosis and combining ability in diallel crosses of upland cotton. Crop Sci. 3 : 441-444.
16. Murata, Y. and S. Matsushima, 1975. Rice. In Crop Phsiology (L. T. Evans ed.)P73-99. Cambridge University Press, London.
17. Sastry, M. V. S. 1978. Inheritance of genes controlling glum size, pericarp colour and their inter-relationship in *indica* rice. *Oryza* 15 (2) : 176-179.
18. Sinha, S. K. and R. Khanna. 1975. Physi ological, biochemical and genetic basis of heterosis. Advanced in Agronomy 27 : 123-174.
19. Sinnott, E. W., L. C. Dunn and T. H. Dobxhansky. 1950. Principle of genetics. McGraw Hill. Book CO. Inc.
20. Somrith, B., T. T. Chang and B. R. Jackson, 1979. Genetic analysis of traits related to grain characteristics and quality in two crosses of rice. IRPS No. 35.
21. Takeda, W. and K. Saito. 1980. The major genes controlling grain size in rice. Japanese J. Breeding 30(3) : 280-282.
22. Walton, P. D. 1971. Heterosis in spring wheat. Crop Sci. 11 : 422-424.
23. Warner, J. N. 1952. A mothod for estimating heritability. Agron. J. 44 : 427-430.
24. Weber, C. R. and B. R. Moorthy. 1952. Heritable and nonheritable relationship and variability of oil content and agronomic char acters in the F_2 generation of soybean crosses. Agron. J. 44 : 202-209.
25. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science, IRRI.

Genetical Studies on Grain Characters in Rice[1]

Y. C. Kuo and S. C. Hsieh[2]

Summary

Genetical studies were made on four grain characters in rice using F_1, F_2, BC_1 and BC_2 populations of the cross between Mira (P_1) and Norin 20 (P_2) varieties. The grain length, grain thickness, grain width and 100-grain weight in F_2, all showed continuous and unimodal distributions. However, the distribution curves are not symmetrical as indicated by different values of skewness and kurtosis for respective character.

Heterosis, heterobeltiosis and inbreeding depression of each character was detected in F_1 of this cross, because the statistic of each characters was significantly departed from the zero value. The degree of dominance of the respective character expressed by potence value and the value estimated by Mather and Jinks's formula of the comprehension of components of variance was quite similar, i. e. short grain is incompletely dominant over long grain ; the thick-grain is incompletely dominant over thin-grain ; the wider grain is over-dominant to narrow grain and the heavy-grain weight is slightly partial dominance over light-grain weight.

The results of generation mean analysis indicated that the variations in grain length and 100 grain weight were mainly due to the gene effects of additive, dominance, additive×additive, additive×dominance and dominance×dominance. A difference in the signs of dominance and dominance×dominance components was observed, indicating a duplicated type of epistasis. The variation of grain thickness was largely due to additive, dominance and additive×additive gene effects. For grain width, the gene effects of dominance and additive×dominance components appeared to be more important.

The broad sense heritabilities of four grain characters ranged 82-90% while narrow sense heritabilitie ranged from 34-69%. The grain length and grain thickness showed the highest and lowest heritabities respectively among the four grain characters studied. It was observed further that 100-grain weight was possitively correlated with grain length, grain thickness and grain width.

---

1. Contribution No. 1052 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Asistant Agronomist and Senior Agronomist respectively, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431. ROC.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 31(3) : 187～190 (1982)

長粒型秈稻穀粒形狀對容重量及碾米率影響之研究[1]

楊遜謙[2]

摘要：爲期明瞭長粒型秈稻之稻穀之形狀與容重量及碾米率間之相關，於民國 68 年第 1 期作及第 2 期作在嘉義農業試驗分所進行本試驗並得下列初步結果：

（一）粒長、長寬比與容重量成負相關，而粒幅則與容重量成正相關，顯示穀粒較短而肥之長粒型秈稻，其容重量較大。

（二）粒長、粒幅與長寬比與糙米率成負相關，顯示穀粒較短而肥之長粒型秈稻，其碾糙率較高，穀粒形狀與白米率及完整米率間之相關較欠明顯，惟糙米率與白米率與完整米率之間成明顯之正相關，其相關係數多達顯著水準。

（三）容重量與糙米率、白米率及完整米率之間亦存有明顯之正相關，部份相關係數亦達顯著水準。顯示容重量較大之長粒型秈稻，其碾糙率、白米率及完整米率亦較高。

本省長粒型秈稻品種自民國 63 年嘉農秈 6 號、8 號與 11 號命名推廣之後至民國 68 年先後由嘉義農業試驗分所，臺中區及高雄區農業改良場育成臺農秈 12 號，臺中秈 3 號、5 號、10 號與高雄秈 7 號等 8 個新品種。由於長粒型秈稻品種具有抗病，抗蟲與豐產等之優良特性（張等，1974），故普遍受農民歡迎，其種植面積在民國 67 年已達 3 萬 7 千多公頃，佔全省秈稻種植總面積一半以上（農林廳 1979）。此外，長粒型秈稻品種尚具有耐高溫之特性，在本省第 2 期作栽培時，常能較一般蓬萊稻品種高產，故若能普遍推廣，將有助於解決本省第 2 期作水稻低產之問題。

長粒型秈稻雖具有上述各項優點，惟一般言之，其稻穀容重量較低，平均只有 530 克(宋、1976)，未能達到糧食局規定每公升容量 532 克之最低標準，致造成農會拒收長粒型秈稻稻穀之問題，影響農民種植長粒型秈稻品種之興趣。又長粒型秈稻之穀粒較爲細長，在碾米過程中易被磨碎，致其碾米率較蓬萊稻品種爲低，例如嘉農秈 8 號等長粒型秈稻品種之平均白米率爲 70.8%，平均完整米率爲 63.5%較短粒型蓬萊稻品種臺南 5 號者（白米率 71.3%、完整米率爲 65.7%）爲低（宋、1976）。因此長粒型秈稻稻穀之售價常低於蓬萊稻品種，影響農民之收益。

爲使長粒型秈稻品種普遍被農民所接受，以擴大其種植面積，增加本省稻米之生產，改良長粒型秈稻稻穀容重量與碾米率實爲先決之條件。爲明瞭長粒型秈稻稻穀之形狀與容量及碾米率間之關係，以供育種改良之參考，曾就本分所新育成品系加以調查並已獲得初步結果，茲將所得結果報告於后：

材料與方法

本試驗係於民國 68 年第 1、2 期作在嘉義農業試驗分所實施。供試材料爲進入高級試驗之優良長粒型秈稻品系，計 68 年第 1 期作 25 品系第 2 期作 25 品系，每品系選取充實飽滿之穀粒各 10 粒，量其粒長、粒幅，並求其長寬比。每品系之稻穀以 Fairbanks Morse Test Weight Scall 調查其容重量，然後以 Satake Testing Husker 脫殼，秤其糙米重，求其糙米率。糙米再以 Mcgill Miller

---

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1053號。本研究承蒙國家科學委員會之獎助。文承分所農藝系主任張萬來博士核正謹此致謝。

2.本所嘉義農業試驗分所助理研究員。臺灣省嘉義市。

No. 2 碾製成白米，秤其重量求其白米率。白米後以篩選器選出完整米，秤其重量求其完整米率。凡斷裂在全長四分之一以內之白米均稱爲完整米。

就所得資料分別估算粒長、粒幅、長寬比與容重量及碾米間之相關係數，以明瞭穀粒形狀對稻穀容重量及碾米率影響程度之大小。

結果與討論

一、穀粒形狀對容重量之影響

穀粒形狀與容重量之相關係數列如表 1。

表1. 粒長、粒幅、長寬比與容重量之相關係數

Table 1. Relationship between volume weight and length, width, and length/width ratio of the rice grain

相關性狀 Characters correlated	68年第 1 期作 First crop, 1979	68年第 2 期作 Second crop, 1979
粒長——容重量 Grain length-volume weight	－0.19	－0.26
粒幅——容重量 Grain width-volume weight	0.16	0.02
長寬比——容重量 Grain length/width-volume weight	－0.24	－0.26

由表 1 可知粒長與容重量成負相關之關係，即穀粒愈長容重量愈低。此項結果與宋 (1976) 與黃 (1979) 之結果相似，故若要提高長粒型秈稻稻穀之容重量則必須酌量縮短其粒長不可。目前一般長粒型秈稻之穀粒長度多在 9 mm 以上，今後若能育成粒長在 8～9 mm 以內之新品種，則其容重量可望達到糧食局規定之標準。

粒幅與容重量成正相關關係，顯示穀粒愈寬，其容重量愈大，故在選拔時應注意選取穀粒較寬之個體或系統。穀粒長寬比與容重量之間亦有負相關之關係，表示長寬比愈大，其容重量愈小，一般長粒型秈稻之長寬比多在 3 以上，故若能將該比例減少至 3 以下，則容重量可望提高至每公升 532 克以上，今後應善用穀粒形狀與容重量之相關關係，以提高其育種改良效果。

二、穀粒形狀對碾米率之影響

表 2. 粒長、粒幅、長寬比與糙米率、白米率、完整米率之相關係數

Table 2. Correlations between various grain and milling quality characteristies.

相關性狀 Characters correlated	68年第 1 期作 First corp, 1979	68年第 2 期作 Second corp, 1979
粒長——糙米率 Grain length-brown rice (%)	－0.14	0.13
粒幅——糙米率 Grain width-brown rice (%)	－0.26	－0.01
長寬比——糙米率 Length/width-brown rice (%)	－0.06	0.14
粒長——白米率 Grain length-milled rice (%)	0.02	0.03

粒 幅——白米率 Grain width-milled rice (%)	0.13	0.17
長寬比——白米率 Length/width-milled rice (%)	− 0.01	− 0.10
粒 長——完整米率 Grain length-head rice (%)	0.18	0.03
粒 幅——完整米率 Grain width-head rice (%)	0.35	0.27
長寬比——完整米率 Length/width-head rice (%)	0.10	− 0.15
糙米率——白米率 Brown rice (%)-milled rice (%)	0.64	0.84**
糙米率——完整米率 Brown rice (%)-head rice (%)	0.11	0.62*
白米率——完整米率 Milled rice (%)-head rice (%)	0.51*	0.66**

備 註：*5%顯著水準、**1%顯著水準。

由表二可知、粒長、粒幅、長寬比與糙米率間多成負相關，顯示穀粒愈長，則其碾糙率愈低，這一點與胡與楊 (1978) 之調查結果大致相同。胡與楊曾調查全省各地區生產之長粒型秈稻稻穀之碾糙率，發現長粒型秈稻之碾糙率均低於蓬萊稻者。因此在選拔時應注意選取粒長在 8～9 mm 之個體或系統，以改良長粒型秈稻品種碾糙率之目的。

糙米率與白米率及白米率與完整米率之間均有顯著之正相關存在，顯示糙米率高之品種，其白米率及完整米率均高。故在實際育種過程當中，可不必對白米率與完整米率加以直接的選拔，而可以碾糙率之高低爲間接選拔之依據。如此可節省許多人力與物力並可提高育種之效率。

三、容重量對糙米之影響

稻穀容重量與碾米率之相關係數列如表 3 。

表3. 容重量與糙米率、白米率、完整米率之相關係數

Table 3. Correlations between volume weight and milling quality characteristies

相關性狀 Characters correlated	68年第1期作 First crop, 1979	68年第2期作 Second crop, 1979
容重量——糙米率 Volume weight-brown rice (%)	0.20	0.58**
容重量——白米率 Volume weight-milled rice (%)	0.13	0.51*
容重量——完整米率 Volume weight-head rice (%)	0.32	0.45

備 註：*5%顯著水準、**1%顯著水準。

由表 3 可知，容重量與糙米率、白米率、完整米率間均成正相關，其在第 2 期作之相關係數均達顯著水準，顯示容重量大之稻穀，其碾糙率及白米率亦大。故容重量之大小可爲碾米率大小之間接選拔指標，由於容重量之大小亦與穀粒之長短及長寬比之大小成反比（宋、1976；黃、1979）故穀粒較短而肥之個體或系統之選拔實爲育成容重量與碾米率均大之長粒型秈稻新品種最有效之手段，今後似應善用該性狀間之相關關係，以提高育種改良之效果。

引用文獻

1. 張萬來、鄭清煥、趙政男・1974・新育成長粒型秈稻品種（系）之地方適應性。 臺灣農業10（1）：43~80。
2. 胡承濚、楊嘉文・1978・長粒型秈稻品種容重量與碾糙率之調查。 臺灣農業14（2）：75~83。
3. 黃眞生・1979・臺灣秈稻栽培面積之減少及其原因之探討。 中華農學會報 106：52~61。
4. 宋勳・1976・臺灣長粒型秈稻品質之探討。 臺灣農業12（3）：98~105。
5. 農林廳・1979・六十七年水稻種植面積統計表 19 頁。

Effect of Grain Size and Shape on Volume Weight and Milling Recovery of Long-Grain Indica Rice[1]

S. C. Yang[2]

The effect of grain size on volume weight and milling recovery of long-grain indica rice was investigated at the Chiayi Agricultural Experiment Station in the first and second crops 1979. Some findings are summarized as follows:

Grain length and length-width ratio were negatively correlated with volume weight while volume weight was positively associated with grain width. This indicates that shorter and bolder grains have larger volume weight.

Grain length and length-width ratio were also negatively associated with milling recovery of brown rice, suggesting that shorter and bolder grains give higher recovery of brown rice. The relationships between grain size and shape with milling rates of white and head rices were less clear. However, correlations between milling recoveries of brown rice and white as well as head rices were positive and mostly significant, indicating that high brown rice recovery will lead to high recoveries of white and head rices.

Volume weight was positively and significantly correlated with milling recoveries of brown, white and head rices, showing that long-grain Indica rices with large volume weight will lead to high milling recoveries of brown, white, and head rices.

---

1. Contribution No. 1053 from Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI. This study was supported in part by a grant from National Science Council.
2. Assistant Agronomist, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI. Chiayi, Taiwan 600, ROC.

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）31(3)：191～198（1982）

甘藷花葯、莖段及塊根癒傷組織之器官形成[1]

蔡新聲　賴本智　陳良築[2]

摘要：甘藷單核期花葯培養，形成癒傷組織之最佳培養基爲含有 sucrose 6%, indoleacetic acid (IAA), 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D)及 6-furfurylaminopurine(kinetin) 各 2mg/l 或 naphthaleneacetic acid (NAA) 及 kinetin 各 2 mg/l 之 Murashige and Skoog (1962) 基本鹽類培養基。品種間誘導花葯形成癒傷組織之差異性極大，不同品種間花葯癒傷組織分化器官之能力亦各不同。促使花葯癒傷組織分化器官之主要植物荷爾蒙爲 benzyladenine (BA), IAA 及 abscisic acid (ABA) 三種。相同品種不同器官來源之癒傷組織，分化器官之能力亦各有不同，以幼嫩莖段癒傷組織所具分化能力最强，花葯癒傷組織次之，塊根癒傷組織最差。就塊根癒傷組織之器官分化能力而言，品種所造成的影響較培養基中植物荷爾蒙含量之效果爲大。大部份器官的分化都是以擬胚體的形成爲第一步，未經移植之擬胚體常隨癒傷組織之老化而死亡，將此擬胚體繼代培養於含有 NAA 0.1 mg/l, kinetin 0.5 mg/l 及 adenine sulfate 7.5 mg/l 之半量 MS 基本鹽類培養基，經 2～4 個月生長，可由根之瘤狀部形成芽體。

引　言

甘藷是本省最主要的雜糧作物之一，爲省產飼料的主要來源；由於甘藷爲自花不稔性之常異交作物，且常有不孕羣存在，欲以一般的純系育種法育成自交系極爲困難；此種型質極雜之甘藷個體，若能經由自交系獲得雜交 F_1 之種子，則必表現極爲强勁之雜種優勢。利用花葯培養是達成此一目的的主要方法，經由花葯培養所獲得之自交系，可以營養繁殖法永久保存以爲生產 F_1 雜種之材料，且 virus 之問題亦可因種子繁殖而迎刃而解，實一舉數得。本研究之目的在探討誘導甘藷花葯培養癒傷組織形成之最佳培養基，並以莖段、塊根來源癒傷組織及花葯來源癒傷組織比較誘導器官形成能力之差異，以找出誘導癒傷組織分化植物體之有效植物荷爾蒙，供爲將來實際從事此方面育種工作之基礎。

材料與方法

一、花葯癒傷組織之誘導：將表 3 所列採自田間甘藷品種之花蕊，以70%酒精消毒 1 分鐘，剝除最外二層萼片後，以 1 %次氯酸鈉 (NaClO) 於超音波容器內消毒 10 分鐘，經無菌水清洗一次，再剝除二層萼片後，以 0.5% 次氯酸鈉消毒 5 分鐘，以無菌水清洗 3 ～ 4 後，於無菌接種箱內將小胞子發育屬單核期之花葯取出接種於含有 10 ml 培養基之 25×120 mm 玻璃試管內，基本培養基採用 Murashige and Skoog (1962)之基本鹽類 (9)，配合不同植物荷爾蒙及蔗糖，以測定誘導花葯形成癒傷組織之最佳組合。

二、塊根癒傷組織之誘導：取表 6 所列臺農新31號等 6 品種之塊根經 70% 酒精表面消毒 5 分鐘後，以消毒後之直徑 5 mm 不銹鋼鑽孔器，取出塊根內部之組織，切成 1 mm 厚之切片接種於含有

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1054號。本研究承農業發展委員會及中正科技講座補助，特此致謝。

2.本所農藝系研究員、助理研究員及助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

2, 4-D, IAA 及 kinetin 各 2 mg/l 之 MS 基本鹽類培養基上。

三、莖段癒傷組織之誘導：取臺農新 31 號甘藷之尖端苗洗淨，液體培養於室內，經 3～4 星期生長，取其新鮮，乾淨之頂部莖段，以 1 % NaClO 消毒 10 分鐘，以無菌水洗淨後，橫切成1 mm 厚之片狀，接種於含有 2, 4-D, IAA 及 kinetin 各 2 mg/l 之 MS 基本鹽類培養基上。

四、癒傷組織分化器官之誘導：將花葯、塊根及莖段誘得之癒傷組織，經一個月原培養基生長後，繼代培養於含有不同濃度之 auxin, cytokinin, ABA, adenine sulfate 之 MS 基本鹽類培養基中，以觀察不同品種或不同來源癒傷組織分化器官之能力。

五、培養環境：癒傷組織之誘導為 27±1 °C 恆溫的暗處理。器官分化的誘導，則在相同溫度下，以 1,500 lux 光强，每日行 16 小時之照射。

結果與討論

一、植物荷爾蒙及蔗糖對甘藷花葯癒傷組織誘導之效應

表1. 植物荷爾蒙對甘藷花葯培養癒傷組織形成之效應

Table 1. The effects of plant hormones on the formation of filament and anther-derived callus of sweet potato anther culture (Cultivar Tainung 57).

Murashige and Skoog medium supplemented with (mg/l)					No. of anthers cultured	No. of anthers forming callus	% of anthers forming callus	No. of filament derived callus	% of filament derived callus	No. of anthers derived callus	% of anthers derived callus
2, 4-D	IAA	NAA	Kinetin	ABA							
2	0	0	2	0	96	17	17.7	17	17.7	0	0
0	0	0	0	1	66	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2	1	65	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	57	17	29.8	17	29.8	0	0
2	0	0	2	1	135	25	18.5	19	14.1	4	3.0
0	0	2	2	1	38	2	5.3	0	0	2	5.3
2	2	0	2	0	121	15	12.4	11	9.1	4	3.3

表 1 顯示含有 2, 4-D, IAA 及 kinetin 各 2 mg/l 或 NAA 及 kinetin 各 2 mg/l 之 MS 基本鹽類為誘導甘藷花葯癒傷組織形成之最佳培養基。Yamaguchi and Nakajima [20], Tsay and Tseng [19] 都曾報導 ABA 對誘導甘藷癒傷組織形成不定芽或擬胚體具有促進的作用，但表一顯示 ABA 對花葯培養癒傷組織的誘導，或由花粉粒直接誘導胚狀體形成，則不具任何效果。

表 2 顯示在受測 4 種蔗糖濃度中，6 %最適於甘藷花葯癒傷組織的誘導。一般作物花葯培養所需蔗糖的適當濃度約在 2～3 %間 [14]，但許多報告指出提高蔗糖濃度不但可抑制體細胞形成癒傷組織，同時也可增加花粉來源癒傷組織的比率。但高濃度的蔗糖對胚後期的生長發育却有相反的效果，若不將高濃度蔗糖下（10% 以上）形成的胚移植到低濃度蔗糖的培養基中，則胚將停止生長 [7,12]。水稻花葯癒傷組織的誘導，蔗糖的濃度也以 6 %最為適當，太低會影響癒傷組織的誘導率，太高（9 %以上）則會造成較多白苗植物體 [2]。

表2. 蔗糖濃度對甘藷花葯培養癒傷組織形成之效應

Table 2. The effects of sucrose concentration on the formation of filament- and anther-derived callus of sweet potato anther culture (Cultivar Tainung 57).

Sucrose concentration (%)	No. of anthers cultured	No. of anthers forming callus	% of anthers forming callus	No. of filament derived callus	% of filament derived callus	No. of filament derived callus	% of filament derived callus
3	68	8	11.8	5	7.4	3	4.4
6	92	29	31.5	20	21.7	9	9.8
9	66	7	10.6	4	6.1	3	4.5
12	102	10	9.8	4	3.9	6	5.9

Basal medium : Murashige & Skoog medium supplemented with 2 mg/l of 2, 4-D, IAA and kinetin.

二、品種間花葯癒傷組織誘導之差異性

以MS基本鹽類外加2, 4-D, IAA 及 kinetin 各 2 mg/l 的基本培養基，接種臺農 57 號等七種甘藷品種單核期之花葯，其結果如表 3 。

表3. 甘藷花葯培養品種間之差異

Table 3. Varietal difference in the formation of filament-and anther-derived callus of sweet potato anther culture.

Variety	No. of anthers cultured	No. of anthers for ming callus	% of anthers forming callus	No. of filament derived callus	% of filament derived callus	No. of anthers derived callus	% of anthers derived callus
Tainung 57	501	45	8.98	29	5.79	16	3.19
Golden	155	4	2.58	1	0.65	3	1.94
R-19	162	0	0	0	0	0	0
Bud Mutation	91	1	1.1	1	1.1	0	0
Tainung Hsin 31	39	6	15.38	5	12.82	1	2.56
Tainan 15	10	1	10	1	10	0	0
I-212	65	2	3.08	1	1.54	1	1.54

Basal medium : Murashige & Skoog medium supplemented with 2mg/l of 2, 4-D, IAA and kinetin.

表 3 顯示甘藷花葯癒傷組織之誘導，品種間差異極大，有許多品種花葯癒傷組織之誘導率為 0 ，可能與接種花葯數太少有關，也可能是接種前的低溫使得該品種花葯受到寒害而影響癒傷組織的形成所致，此項結果有待次年多甘藷開花時再進一步檢討。

作物花葯培養癒傷組織誘導能力品種間之差異性，許多報告均曾提及，例如 Guha *et al.* [4], Guha-Mukherjee [5], Chen and Lin [3] 及 Tsay *et al.* [18] 均發現水稻花葯培養品種間之差異極大；有時甚至單株間亦因雜交優勢之表現各有不同而呈花葯癒傷組織誘導之差異性，Tsay *et al.* 即曾報導蘆筍具有此種現象 [15]；這種品種間花葯癒傷組織誘導之差異性，可能和品種間具有不同的遺傳組成有關 [14]。

三、不同植物荷爾蒙對促進甘藷花葯癒傷組織器官分化之效應

為了探求不同植物荷爾蒙對甘藷花葯癒傷組織分化植物體之效果，以前人研究所得，對甘藷癒傷組織最具分化效果之五種植物荷爾蒙，以數種不同濃度配合 MS 基本鹽類之六種培養基（表 4），接種臺南 15 號，黃金千貫（Golden），臺農 57 號及臺農新 31 號四種甘藷品種之花葯癒傷組織，以測定植物荷爾蒙對分化植物體之促進效果，結果如表 4 。

表 4. 植物荷爾蒙對四甘藷品種花葯癒傷組織誘導器官形成之效應。

Table 4. The effects of plant hormones on the regeneration ability of anther-derived callus as compared among four sweet potato varieties.

Murashige & Skoog medium supplemented with	Tainan 15		Golden		Tainung 57		Tainung Hsin 31	
	Root & Em[a]	Shoot	Root & Em	Shoot	Root & Em	Shoot	Root & Em	Shoot
AD[b] 20mg/l+KN[c]0.5mg/l	+[d]	−[d]	−	−	−	−	+++	−
BA 10mg/l+IAA 1mg/l	+	−	+++	+	−	−	−	−
IAA 10mg/l+BA 1mg/l	++	−	+++	−	−	−	−	−
ABA 1mg/l+KN 0.5mg/l	−	−	−	−	−	−	++	−
ABA 5mg/l+KN 0.5mg/l	+++	+	−	−	−	−	+	−
ABA 10mg/l+KN 0.5mg/l	−	−	−	−	−	−	−	−

[a]Em : Embryoid like body

[b]AD : Adenine

[c]KN : Kinetin

[d]+ : Degree of regeneration ability of callus, − : No response.

表 4 顯示甘藷花葯癒傷組織之分化能力品種間有極大的差異，在受測四品種中，臺農 57 號於受測六種不同培養基的將近 600 支試管中，完全沒有根或芽體的分化，其餘三品種，則以根或擬胚體的分化較多，直接形成芽體的情形只在含有 ABA 5 mg/l 的培養基（臺南15號）及含有 BA 10 mg/l 及 IAA 1 mg/l的培養基（黃金千貫），各產生一株，故機會較少。各個品種對各種不同植物荷爾蒙有不同的適應力，例如臺農新 31 號在含有 adenine 20 mg/l 及 kinetin 0.5 mg/l 之培養基有許多根及擬胚體的分化，黃金千貫却較適應於含有 BA 及 IAA 之培養基，而臺南 15 號則對 ABA 之反應較佳。

所形成之擬胚體若不移植在其他培養基上，則常隨癒傷組織之老化而死亡。若能在形成初期移植至不含任何植物荷爾蒙之 MS 基本培養基，則可促使此擬胚體形成根的分化。

四、相同品種不同來源癒傷組織分化能力之探討

將臺農新31號甘藷之莖段，塊根及花葯來源癒傷組織培養於如表 5 之六種培養基上，可知 3 種不同來源之癒傷組織，其分化器官的能力以莖段癒傷組織最强，幾乎可在任何荷爾蒙的任何培養基下形成擬胚體；花葯癒傷組織次之，BA 及 IAA 對花葯癒傷組織似乎並無促進器官分化之效果，而 kinetin 及 ABA 則稍具作用；塊根癒傷組織之分化能力最差，只在高濃度的 ABA (5～10 mg/l)中有少許胚狀體的分化。將各種來源癒傷組織分化所得之擬胚體，培養於含有 NAA 0.1 mg/l, kinetin 0.5 mg/l 及 adenine sulfate 7.5 mg/l 之半量 MS 基本鹽類培養基中可誘致根的發育及生長，約 2～4 個月後可由根之節部誘得芽體的產生。

表5. 植物荷爾蒙對甘藷花葯、莖段及塊根來源癒傷組織誘導器官形成之效應

Table 5. The effects of plant hormones on the regeneration ability of callus derived from anther, stem pith and root tuber of sweet potato (Cultivar Tainung Hsin 31)[a].

Murashige & Skoog medium supplemented with	Anther-derived callus		Stem pith-derived callus		Root tuber-derived callus	
	Root	Em	Root	Em	Root	Em
AD 20 mg/l+KN 0.5 mg/l	++	+	+++	++++	−	−
BA 10 mg/l+IAA 1 mg/l	−−	−	−	++++	−	−
IAA 10 mg/l+BA 1 mg/l	−	−	+	++++	−	−
ABA 1 mg/l+KN 0.5 mg/l	++	+	−	−	−	−
ABA 5 mg/l+KN 0.5 mg/l	+	+	++	++++	−	++
ABA 10 mg/l+KN 0.5 mg/l	−	−	++	++	−	+

[a]Em, AD, +, − : Same as Table 4.

Tsay 及 Tseng[19] 曾報導甘藷臺農新 31 號花葯癒傷組織可因 0.1~1 mg/l ABA 之刺激產生擬胚體的分化，將這些擬胚體培養於1 mg/l IAA 及 4 mg/l kinetin 之 MS 基本鹽類培養基，可使擬胚體形成完整的植物體。Sehgal[11] 曾報導甘藷由含 adenine 10~20 mg/l及2, 4-D 1 mg/l培養基所誘導之花葯癒傷組織呈瘤狀，此種瘤狀癒傷組織培養於基本 MS 培養基後，可誘導植物體形成。Kobayashi and Shikata[8] 則報導由花葯癒傷組織誘得之根，經培養後可誘導芽及植物體形成。本文所得結果大抵和上述諸學者之結論相似。

ABA 除了可刺激癒傷組織產生擬胚體的分化外，對癒傷組織的生長亦有促進的效果，癒傷組織在六種受測培養基中，經 2 個月生長，含有 ABA 之處理 (1~10 mg/l) 之癒傷組織鮮重均較其它處理增加一倍以上。ABA 一般作用為產生離層及抑制根的生長，屬生長抑制荷爾蒙，但有許多報告指出低濃度下，卻對某些植物癒傷組織的誘導生長及分化具有異常的功效[13]，其促進癒傷組織生長的機制，目前不十分明瞭，有待更進一步研究。

五、不同品種間塊根癒傷組織分化能力之探討

如表 6 顯示在受測六品種中以芽變品系 (Bud Mutant) 之塊根癒傷組織分化能力最强，在六種培養基中均有器官 (根或擬胚體) 的分化，芽變 2 號(Bud Mutant-2) 品系次之，黃金千貫(Golden) 及臺農新 31 號有少許器官分化，而西蒙 1 號 (Simon-1) 及臺農 57 號則全無分化之能力。臺農新 31 號似乎對 ABA 之效果較敏感，其他品種則以 BA、IAA 或 kinetin 較具效果。

表6. 六甘藷品種塊根癒傷組織誘導器官形成能力之差異。

Table 6. Differences in the regeneration ability of root tuber-derived callus among six varieties of sweet potato[a].

Murashige & Skoog medium supplemented with	Tainung Hsin 31	Simon-1	Tainung 57	Golden	Bud mutant	Bud mutant-2
Adenine 20 mg/l+kinetin 0.5 mg/l	−	−	−	+	++++	+++
Benzyladenine 10 mg/l+IAA 1 mg/l	−	−	−	−	++++	++
IAA 10 mg/l+Benzyladenine 1 mg/l	−	−	−	++	++++	++
ABA 1 mg/l+Kinetin 0.5 mg/l	−	−	−	−	+++	−
ABA 5 mg/l+Kinetin 0.5 mg/l	+	−	−	+	+++	+
ABA 10 mg/l+Kinetin 0.5 mg/l	+	−	−	−	++	+

[a]+ : Degree of regeneration ability of callus, − : No response.

表 7 爲 2, 4-D, ABA 及 kinetin 組合而成之四種培養基，對四種塊根癒傷組織可分化品種之分化效果。結果顯示易分化之芽變品系即使在含 2, 4-D 的情況下，亦有器官的分化。所以塊根癒傷組織的分化能力可能與品種的關係較大，與培養基中所含成分關係較小。這種假設可由表 8 的試驗再次得到證明，芽變品系，塊根癒傷組織在含 1/2 MS 鹽類之培養基中已有相當的分化，植物荷爾蒙的添加可稍爲提高分化的能力。

表7. 植物荷蒙爾對四甘藷品種塊根癒傷組織誘導器官形成之效應

Table 7. The effects of plant hormones on the regeneration ability of root tuber-derived callus as compared among four sweet potato varieties.

Basal medium supplemented with	Golden	Bud mutant	Bud mutant-2	Tainung Hsin 31
2, 4-D 0.01 mg/l	–	++	–	+
2, 4-D 0.01 mg/l+ABA 0.001 mg/l	–	+++	–	–
2, 4-D 0.01 mg/l+ABA 0.1 mg/l	–	++++	–	–
2, 4-D 0.05 mg/l+ABA 1 mg/l +Kinetin 0.001mg/l	–	+++	–	–

Basal medium : Murashige & Skoog medium+0.5% yeast extract+5% sucrose.

表8. 甘藷芽變品種塊根癒傷組織之分化器官能力

Table 8. The regeneration ability of root tuber-derived callus of sweet potato (cv. Bud Mutant) .

Basal medium	Root & Embryoid like bodies
1/2 MS[a]	+++
1/2 MS+IAA 0.5 mg/l	++++
1/2 MS+NAA 0.1 mg/l+Kinetin 0.5 mg/l +Adenine sulfate 7.5 mg/l	+++++
1/2 MS+GA 0.1 mg/l+Kinetin 0.1 mg/l	++++

[a]MS : Murashige & Skoog medium.

結 論

甘藷組織培養方面的研究，國內外從事的人不多，有關花葯培養的文獻先後有 Tsay and Lin [16,17], Kobayashi and Shikata [8], Sehgal [11]， Tsay and Tseng [19] 等；塊根及葉來源癒傷組織的誘導及分化有關的文獻則有 Hozyo [6], Yamaguchi and Nakajima [20]， Sehgal [10] 等。對從花葯及不同來源癒傷組織誘導植物體的產生，本研究所得大抵和上述諸學者之結論相同，結果並不十分令人滿意，故如何提高癒傷組織誘導植物體產生的比率是將來努力的目標。

甘藷花葯培養癒傷組織的形成，有可能來自花粉粒及花絲或花葯壁等體細胞，一般花絲等體細胞癒傷組織約在培養後 10～20 天形成，而花葯癒傷組織的產生約在 30～40 天左右，利用癒傷組織形成的早晚，可能是判別癒傷組織來源的方法之一，但正確的判定則仍有賴染色體的檢定及以組織切片觀察癒傷組織形成的部位。利用細胞學方法鑑定癒傷組織之倍數性，本研究始終未能正確的估算其染色體數，經由形成植物體根端細胞之檢查，則發現大部份植物體趨向於二倍體，但形成的植物體與原來品種之母體有極大之不同。

參考文獻

1. Blumenfeld, A. and S. Gazit. 1970. Interactions of kinetin and abscisic acid in the growth of soybean callus. Plant. Physiol. 45 : 535-536.
2. Chen, C. C. 1978. Effects of sucrose concentration on plant production in anther culture of rice. Crop Sci. 18 : 905-906.
3. Chen, C. C. and M. H. Lin. 1976. Induction of rice plantlets from anther culture. Bot. Bull. Academia Sicica 17 : 18-24.
4. Guha, S., R. D. Iyer, N. Gupta and M. S. Swaminathan. 1970. Totipotency of gametic cells and the production of haploids in rice. Current Sci. 8 : 174-176.
5. Guha-Mukherjee, S. 1973. Genotypic differences in the *in vitro* formation of embryoids from rice pollen. J. Exp. Bot. 24 (78) : 139-144.
6. Hozyo, Y. 1973. The callus formation on tissue explant derived from tuberous roots of sweet potato plants, *Ipomoea batatas* Poiret. Bull. Natl. Inst. Agric. Sci., Ser. D. 24 : 1-33.
7. Keller, W. A., T. Rajhathy and J. Lacapra. 1975. *In vitro* production of plants from pollen in *Brassica campestris*. Can. J. Genet. Cytol. 17 : 655-666.
8. Kobayashi, M. and S. I. Shikata. 1975. Anther culture and development of plantlets in sweet potato. Bull. Chugoko Nat. Agric. Exp. Stn. Ser. A. 24 : 109-124.
9. Murashige T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15 : 473-487.
10. Sehgal, C. B. 1975. Hormonal control of differentiation in leaf cultures of *Ipomoea batatas* Poir. Beitr. Biol. Pflanzen. 51 : 47-52.
11. Sehgal, C. B. 1978. Regeneration of plants from anther cultures of sweet potato. Z. Pflanzenphysiol. Bd. 88. S. 349-352.
12. Sharp, W. R., D. K. Dougall and E. F. Paddock. 1971. Haploid plantlets and callus from immature pollen grains of *Nicotiana* and *Lycopersicum*. Bull Torrey Bot. Cub. 98 : 219-222.
13. Street, H. E. 1977. Embryogenesis and chemically induced organogenesis. In : Plant cell and tissue culture : principles and applications. (Ed. by W. R. Sharp, P. O. Larsen, E. F. Paddock and V. Raghavan) pp : 123-154. Ohio State Unievrsity Press.
14. Tsay, H. S. 1980. The formation and application of haploid plant from anther culture. Agric. Sci. 28 : 379-396.
15. Tsay, H. S., P. C. Lai. and N. C. Chi. 1980. Studies on anther culture and haploid plant regeneration of asparagus. Jour. Agric. Res. China 29 (4) : 309-319.
16. Tsay, H. S. and C. I. Lin. 1973a. The growth of callus induced from *in vitro* culture of sweet potato anther. J. Agri. Assoc. China 81 : 12-19.
17. Tsay, H, S, and C. I. Lin. 1973b. Effects of the compositions of culture media and cultural conditions on growth of callus of sweet potato anther. J. Agri. Assoc. China 82 : 30-41.
18. Tsay, H. S., Y. C. Teng. P. C. Lai. and N. C. Chi. 1981. The culture of rice anthers of Japonica × Indica crosses. Agric. Res. China 30 (2) : 133-139.
19. Tsay, H. S. and M. T. Tseng. 1979. Embryoid formation and plantlet regeneration from anther callus of sweet potato. Bot. Bull. Academia Sinica 20 : 117-122.
20. Yamaguchi, T. and T. Nakajima. 1973. Hormonal regulation of organformation in cultured tissue derived from root tuber of sweet potato. Proceedings of the 8th International Conference on Plant Growth Substances held in Tokyo, Japan. Aug. 26-Sept. 1 1973.

Organ Differentiation from Callus Derived from Anther, Stem and Tuber of Sweet Potato[1]

H. S. Tsay, P. C. Lai, and L. J. Chen[2]

—Summary—

For callus induction from sweet potato anthers at uninucleate stage, the most suitable culture medium was Murashige & Skoog (1962) basic salts and 6% sucrose supplemented with 2 mg/l each of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D), indole-3-acetic acid (IAA) and 6-furfurylaminopurine (kinetin), or 2 mg/l each of naphthaleneacetic acid (NAA) and kinetin. The ability of callus formation from anthers and organ initiation from callus differed among varieties. 6-benzyladenine (BA), IAA and abscisic acid (ABA) were the most effective plant hormones for organ initiation from anther callus.

Callus were also induced from young stem pith and tuber. However, those callus showed different potential in organ differentiation. Highest frequency was observed in stem pith callus whereas tuber callus was poorest in terms of the ability to differentiate. Organ dfferentiation from tuber callus was affected more by varietal difference than by the composition of plant hormones.

Most of the organs induced were originated from embryoids appeared on the cultured callus. Transfer to a new medium was essential tc prevent the embryoids from browning and senescence. By subculturing these embryoids to 1/2 strength of Murashige & Skoog medium with 0.1 mg/l NAA, 0.5 mg/l kinetin and 7.5 mg/l adenine sulfate, many roots were induced, and a few buds were observed from the nodule-like tissue of the growing root after 2-4 months in the same culture medium.

---

1. Contribution No. 1054 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported in part by Council for Agricultural Planning and Development, Executive Yuan and Chung Cheng Science and Technology Research Foundation, Republic of China.

2. Senior Agronomist, Assistant Agronomist and Research Assistant, respectively, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431. ROC.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 31(3) : 199～208 (1982)

瓊麻園雜草種類及施用殺草劑效果之評價[1]

胡 敏 夫[2]

摘要：自從人造纖維發明和取代部份之植物纖維用途後，瓊麻纖維之價格一落千丈，農民因無利可圖，未能如往年再僱工除草，於是麻園裡雜草叢生，威脅着瓊麻生長，遭致麻絲產量逐年降低，而不能充分供應國內需要。為要解決此問題，爰進行本計畫並於 1977～1979 年間從事研究。經試驗調查結果，發現較常見生長於瓊麻園裡之雜草有 39 種，其中禾本科（Gramineae）佔最多，次為莎草科（Cyperaceae）及菊科(Compositae)。以不同種類殺草劑噴施調查各種雜草殘存率，獲知禾本科抗藥性較大，殘存率高，次為莎草科、豆科（Leguminosae）及石竹科（Cayophyllaceae）。莧科（Amarauthaceae）及菊科之雜草，全部死亡。各處理間對殺草效果，成本分析及對瓊麻生長之評價，發現噴施混合藥劑之 B 處理每公頃使用 85% Dowpons 8 kg 加 2-4-D 2kg 或 D 處理每公頃使用 80% Kamex 2 kg 殺草效果較佳，且比人工除草區各自增產 13 和 20%，比不除草區各自增產 58 和 68%，同時每公頃較人工除草區節省生產成本 4,696 和 5,400 元。

瓊麻 (Sisal hemp) 原產於美洲熱帶地區，其葉片經採纖後，纖維呈白色或帶淡黃之白色，有光澤，長度 75～125 公分，為供製繩索之良好材料。又因其纖維在濕潤狀態時拉力往往較馬尼剌麻大，及在鹽水中耐腐力特強，故一般均被採用編織漁網或船繩，為人造纖維所不能取代 [1,3,4.]。據聯合國硬質纖維及同類纖維研究小組報告，瓊麻纖維除了可供製手工藝紙張、衛生紙、包裝紙、新聞紙及代替塑膠原料外，尚可混織麻袋、浪板、傢俱、大直徑化學用管，陸海空交通用具之車船及飛機之材料，同時其麻渣又可供做飼料及栽培草菇等 [7,9,10]。本省瓊麻栽培面積據臺灣農業年報報告 (1980)，計有 6,396 公頃，年產纖維 8038 公噸 [13]，所產纖維以往大部份外銷日韓等國。近年來由於本省塑膠工業發達，已紛紛被塑膠工廠採用混製塑膠管或船板，有大感不足供應之勢。瓊麻係多年生作物，耐瘠又耐旱，因之一般均被種植於不毛之山坡地，是故本省屏東，臺東及花蓮等地區普遍種植歷久不衰，然此地區農民因勞力不足及麻絲價格不揚，以至栽培管理漸趨粗放，因之瓊麻園雜草叢生，產量逐年降低。據臺大王啓柱教授調查報告，恆春地區野生禾草有 32 種之多，野生豆草 15 種 [2]，氏又於雜草之侵略性及其對作物之損害報告，雜草繁殖力强，其與作物生產競爭中，常在土壤中搶奪較多養分，對作物構成威脅。據美國調查每年農業災害損失中遭受雜草競爭損失佔 40.5%，同時在所有防治費用中，雜草防治費亦達 74.1% [5]，可見雜草對農業危害程度甚鉅。本所有鑑于此，乃研擬本計畫，以不同種類之殺草劑噴施瓊麻園藉以能剷除大面積之瓊麻園內雜草，節省農民生產成本，並提高公頃麻絲產量，以增加農民收入，經二年試驗頗有結果，茲就所得結果草成報告以祈方家指正並供農民參考。

材料與方法

本試驗係以綠葉瓊麻為供試材料，採用逢機完全區集設計，行株距為 1×4×0.8 m 之雙行式種

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第1055號、本文蒙邱副研究員善美斧正謹誌謝忱。
2.本所農藝系助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

植，每行種植 12 株，每小區計種 6 行，面積 288 m^2，重複 4 次。於 1975 年 9 月間種植，種植後第二年開始噴施殺草劑，殺草劑種類及用量如表 1 ，噴施時期分別於 1977 年 7 月間與 1978 年 7 月間各噴一次，噴施前各調查瓊麻園之複草種類與密度，噴施後隔 42 天、60 天、120 天、180 天及240天各調查一次，以便與噴施前加以比較，而探求其藥效。調查方法以每小區採取二點調查，每點面積爲 0.5×0.5 m$=0.25$ m^2，以調查各種雜草殘存百分率。除此以外，爲明瞭各種殺草劑對瓊麻本身影響情形，噴施殺草劑後翌年 8 月間屆採收時（即種植後滿三年），分別調查瓊麻之平均單株收刈葉數、葉長、單株鮮葉重採纖率，平均公頃纖維產量及各處理所需成本等。

表 1　殺草劑種類與用量

Table 1. Herbicides and dosages

Treatment	Dilution	Dosage	Treatment	Dilution	Dosage
85% (A) Dowpons	100	8 kg/ha	80% (D) Karmex +2-4-D	200	2+2 kg/ha
85% (B) Dowpons +2-4-D	100	8+2 kg/ha	85% (E) Basfpon	200	8 kg/ha
80% (C) Karmex	200	2 kg/ha	85% (F) Basfpon +2-4-D	200	8+2 kg/ha
hand (CK_1) Weeding			Non till (Ck_2)		

結果與討論

一、瓊麻園雜草種類之調查

爲要了解噴施殺草劑對雜草藥效，在試驗進行前，動員全恆春工作站人力前往瓊麻園蒐集雜草種類，然後按照日本三共農藥手册之主要雜草圖譜，洪亮吉等（1980）臺灣農地雜草，筒井喜代治所著原色雜草之防除與王教授啓柱報告 臺灣之野草及牧草化等資料詳加判別其所屬科別，名稱及學名[2,12,14,15]，經調查結果詳如表 2 。

表 2　瓊麻園雜草種類

Table 2. Weed species on the sisal hemp field in Pintung area

Chinese	Family	Scientific Name
圓果雀稗	Gramineae	*Paspalum orbiculare* G. Forst
馬　唐	Gramineae	*Digitaria Sanguinalis* Scop.
細葉野稗	Gramineae	*Echinochloa crus-galli.* Beaur. var. *austro japonensis* ohwi.
臺灣野稗	Gramineae	*Echinochloa crus-galli*Beaur. var. *formosensis* ohwi
牛 頓 草	Gramineae	*Sporobolus indicus* R. Br.
水　稗	Gramineae	*Echinochloa crus-galli* Beaur. var. *oryzicola* ohwi
匍 黍 草	Gramineae	*Panicum repens* Linn.
佛歐里指草	Gramineae	*Digitaria fauriei* ohwi.

牛筋草	Gramineae	*Eleusine indica* (L) Gaertn.
白　茅	Gramineae	*Imperata cylindrica* (L) Beaur.
狗牙根	Gramineae	*Cynodon dactylon* Pers.
畔　茅	Gramineae	*Leptochloa chinensis* Nees.
大風草	Gramineae	*P. neurodes.*
埃及指疏茅	Gramineae	*Dactyloctonium aegyptium* (Linn) Richt
繩翼草	Leguminosae	*Desmodium triflorum* (Linn) Dc.
含羞草	Leguminosae	*Mimosa Pudica* Linn.
土　香	Cyperacae	*Mariscus cyperinus* vahl.
沙田草	Cyperacae	*Cyperus compressus* Linn.
沙田草	Cyperacae	*Cyperus japonicus Makino.*
飄佛草	Cyperacae	*Fimbristylis dichotoma* (L) Vahl.
飄佛草	Cyperacae	*Fimbristyis aectivalis* vahl.
飄佛草	Cyperacae	*Cyperus serotinus* Rotth.
水蜈蚣	Cyperacae	*Kyllinga brevifolia* Rottb.
香附子	Cyperacae	*Cyperus rotundus* Linn.
金午時花	Malvaceae	*Sida cordifoifolia* Linn.
雷公根	Umbelliferae	*Centella asiatica* (L) Urban.
紫背草	Compositae	*Emilia sonchifolia* (L) DC.
紫花藿香薊	Compositae	*Ageratum houstonianum* Miller.
藿香薊	Compositae	*Ageratum Conyzoides* Linn.
黑點歸	Compositae	*Synedrella nodiflora* (Linn.) Gaertn.
燈籠草	Compositae	*Tridax procumbens* Linn.
黃花田蘿草	Compositae	*Wedelia chinensis* (Osback.) Merr.
臺灣長竹葉茅	Commelinaceae	*Aneilema angustifolium* N. E. Broun
小返魂	Euphorbiaceae	*Phyllanthus niruri* Linn.
珠仔草	Rubiceae	*Hedyotis diffusa* Willd.
青芳草	Caryophyllaceae	*Drymaria cordate* (Linn.) Willd.
地耳草	Guttiferae	*Hypericum japonica* Thunb.
土牛膝	Amaranthaceae	*Achyranthes obtusifolia* Lam.
酢醬草	Oxalidaceae	*Oxalis corniculata* Linn.

由上表所列舉雜草種類有39種之多，其中禾本科 (Gramineae) 有 14 種，豆科 (Leguminosae) 有 2 種，莎草種 (Cyperaceae) 有 8 種，錦葵科 (Malvaceae) 1 種，繖形科 (Umbelliferae) 1 種，菊科 (Compositae) 6 種，鴨趾草科 (Commelinaceae) 1 種，大戟科 (Euphorbiaceae)

1 種，茜草科 (Rabiaceae) 1 種，石竹科 (Cayophllaceae) 1 種，金絲桃科 (Gattiferae) 1 種，莧科 (Amarauthaceae) 1 種及酢醬草科 (Oxalidxceae) 1 種等。

二、各處理之雜草殘存與萌芽發情形探討

瓊麻種植前需要整地曝晒一段時間後始種植，因之種植後起初一年雜草密度尚不足威脅瓊麻生長，種植後第二年雜草密度增大，且瓊麻已漸成長，屆翌年仲夏就可第一次採收，所以雜草防除勢在必行。本試驗噴施殺草劑時期採第二年與第三年盛夏雜草生長旺盛時期，其因乃在此。噴施方法乃按照各處理藥劑量及稀釋倍數使用 16 公升容量噴霧器噴施於株間與行間，噴施後分別以 42 天、60 天、120 天、180 天及 240 天調查雜草殘存率，作爲判別藥劑之效用及殘效期間長短，經二年調查結果如表 3。

表 3 噴施殺草劑後雜草之殘存率調查

Table 3. Rate of survival weeds after herbicid spraying on the sisal hemp field in 1977-1979.

Treatment	spraying site	Days after herbicide spraying				
		42	60	120	180	240
		Rate of suvial (%)				
85% Dowpons (A)	between plant	49.8	56.5	57.9	85.8	78
	between row	98.9	90.4	59.6	100	80
85% Dowpons (B) +2-4-D	between plant	30.1	48.1	32.1	62	98
	between row	66.7	56.5	55.3	100	85.2
80% Kamex (C)	between plant	44.7	98.9	100	100	100
	between row	71.5	77.8	79.4	80.7	58.9
80% Kamex (D) +2-4-D	between plant	36.3	72.0	79.2	100	74.2
	between row	27.8	61.2	68.0	100	100
85% Basfapon (E)	between plant	42.2	69.8	67.2	100	88.6
	between row	55.5	55.5	62.6	100	100
85% Basfapon (F) +2-4-D	between plant	39.5	48.0	64.4	100	100
	between row	53.3	56.3	60.5	100	88
Hand-Weeding (CK_1)	between plant	43.7	81.1	100	100	100
	between row	84.3	55.9	73.7	100	82.4
Non-till (CK_2)	between plant	100	100	100	100	100
	between row	100	100	100	100	100

上表之資料係經二年調查之平均，從表中數字所得知噴施殺草劑 42 天後，各試區之株間與行間雜草殘存率顯然降低，即噴施殺草劑後確實雜草大量減少，尤以株間較行間爲甚，最低達 30.1%，但其藥效似乎僅能維持 120 天左右，其後又逐漸萌發生長。雖然如此，可是在這 120 天內瓊麻因未受雜草生長競爭，奪取養分輕微，生長較旺盛，此可從其生育調查資料中獲知，最顯然者如總葉數及伸展葉數調查，A 區處理前平均總葉數爲 21.2 葉，平均伸展葉數爲 1.5 葉，至收獲期平均總葉數達 47.7 葉，平均伸展葉達 1.8 葉，B 區平均總葉數爲 21.8～52.4 葉，平均伸展葉數爲 1.4～1.9 葉，C 區爲 19.7～45.1 葉、1.2～1.7 葉，D 區爲 21.9～49.4 葉，1.3～1.9 葉，E 區爲 21.5～50.2 葉、1.5～1.9 葉，F 區爲 19.3～48.8 葉，1.2～1.9 葉，CK_1 區爲 20.9～49.1 葉，1.1～1.6 葉，CK_2 區爲 19.8～44.4 葉，1.4～1.6 葉，其中以 B 區平均總葉數最多，而 CK_2 不除草區最少。至於各處理間之殺草劑藥效評價，依據郭氏（1973）報告，以每公頃使用 Basfapon 15 kg 加 2, 4, 5—T 12ℓ 之水溶液可控制玉山箭竹生長達一年之久。另於竹東及蘭陽區每公頃使用 Basfapon 12 kg 加 2—4—D 8ℓ 防除高山萱草，效果顯著，氏又以此藥劑在南投縣鹿谷一帶防除白茅草（Imperata Cylindrica）亦獲相當優異效果[11]。另據王氏（1968）報告，茶園除草劑對於各種雜草防治效果仍以 Kamex 較優，但略有藥害[6]。蔡氏（1972）報告使用 Kamex 噴佈亞麻田，其殺草效果除麥娘草較多外，其餘雜草少見[8]。綜觀上列引述及本試驗結果，發現單項藥劑施用以（A）處理使用 85% Dowpons 8 kg/ha 較優，其噴施 42 天後株間雜草殘存率爲 49.8%，至 240 天尚能維持 78% 之殘存率，但行間噴施效果較差。其次爲（E）處理使用 85% Basfapon 8 kg/ha，杜間雜草殘存率噴施 42 天後爲 42.2%，至 240 天則爲 88.6%，行間噴施效果初期顯然比 A 處理優，但至後期雜草萌發率確達 100%。至於（C）處理使用 80% Kamex，其行間噴施殺草效果最佳，至後期雜草殘存率僅 58.9%，顯然此藥劑有抑制雜草萌發效果，惟株間噴施有使瓊麻發生藥害之慮，因此噴施人員難免有所顧慮，以至株間殺草效果較差。混合藥劑施用，則以 B 處理使用 85% Dowpons＋2－4－D 較佳，株間之殺草殘效尚可維持至 180 天，行間雜草萌發率雖於 180 天時達 100%，但至 240 天後因受殘留藥效影響，其雜草殘存率又降至 85.2%。其餘 D 與 F 處理，不論株間或行間藥效，均僅維持至 120 天。

三、各種雜草殘存率之探討

據王教授啓柱（1967）報告，除草劑對作物與雜草種類均有選擇性，如 2—2—D 對單子葉效力極微，但對雙子葉植物效力較大[5]。因之施用不同殺草劑對瓊麻園主要雜草殺害後之殘存率有必要探討，茲將噴施殺草劑後 42 天與 240 天之各處理雜草種植類與殘存率調條列如表 4、5，以探討各種藥劑對各種雜草之藥效。

表 4 噴施殺草劑後 42 天雜草之殘存率調查

Table 4. Rate of survial weeds at 42 days after herbicide spraying on the sisal hemp field (1977—1979)

Treatment	Spraying site	1[a]	2[a]	3[a]	4[a]	5[a]	6[a]	7[a]	8[a]	other	total
85% Dowpons (A)	between plant	1.79	19.12	2.0	0.84	0.30	1.3	0.94	—	23.5	49.8
	between row	21.0	16.50	4.80	0.30	7.80	0.14	1.46	16.0	30.9	98.9
85% Dowpons+ (B) 2—4—D	between plant	3.7	6.95	0.8	0.4	—	2.7	0.18	1.0	14.37	30.1
	between row	24.5	5.1	1.7	0.2	0.9	3.0	0.06	3.5	27.24	66.7
80% Kamex (C)	between plant	2.8	26	5.4	0.18	0.02	—	0.8	—	9.5	44.7
	between row	18.6	14	6.0	0.04	5.2	—	3.0	3.1	21.56	71.5
80% Kamex+ (D) 2—4—D	between plant	—	2.68	1.1	—	—	0.65	2.6	—	5.15	36.3
	between row	2.2	9.1	2.2	—	0.4	—	1.8	0.4	11.7	27.8
85% Basfapon (E)	between plant	0.75	29.3	0.08	0.1	0.02	0.8	—	—	11.15	42.2
	between row	17.6	17.8	4.7	0.3	4.0	0.08	1.5	4.6	4.92	55.5
85% Basfapon+ (F) 2—4—D	between plant	10.6	13.9	2.3	0.4	—	2.1	—	0.06	10.14	39.5
	between row	22.7	14.3	0.3	—	0.32	0.27	0.1	1.7	13.61	53.3
hand-weeding (CK_1)	between plant	10.6	4.3	1.2	2.1	0.08	0.61	1.7	6.3	16.81	43.7
	between row	18.9	0.5	5.5	3.0	8.0	0.16	14.6	4.6	29.04	84.3
Non-till (CK_2)	between plant	7.0	64.8	5.7	0.15	0.5	3.7	—	2.0	16.15	100
	etween row	32.3	19.6	5.6	4.6	4.4	1.1	4.8	8.0	19.6	100

a. 1.圓果雀稗 (*Pasplum orbiculare* G. Forst)
2.馬 唐 (*Digitaria Sanguinalis* Scop)
3.水 蜈 蚣 (*Kyllinga brevifolia* Rottb)
4.纙 翼 草 (*Desmodium triflorum* Linn DC.)
5.青 芳 草 (*Drymaria cordaria* Linn wild)
6.含 羞 草 (*Mimosa pudica* Linn)
7.佛歐里指草 (*Digitaria fauriei* ohwi)
8.飄 佛 草 (*Cyperus serotinus* Rotth)

表 5 噴施殺草劑後 240 天雜草之殘存率調查

Table 5. Rate of survial weeds at 240 days after herbicide spraying on the sisal hemp field (1977—(1979)

Treatment	Spraying site	1[a]	2[a]	3[a]	4[a]	5[a]	6[a]	7[a]	8[a]	other	total
85% Dowpons (A)	between plant	4.0	4.8	2.6	0.12	0.9	3.5	24.6	0.4	37.08	78
	between row	13.4	7.0	16.3	12.3	0.3	0.6	3.1	5.8	21.2	80
85% Dowpons+ (B) 2−4−D	between roant	0.3	17.3	7.0	1.0	—	1.6	6.8	—	64	98
	between row	24.4	5.7	20.4	1.6	0.17	—	11.2	2.8	18.93	85.2
80% Kamex (C)	between plant	24.1	16.4	1.5	0.4	0.3	—	11.4	3.1	42.8	100
	between row	38.7	18.4	1.9	0.5	0.4	0.03	0.35	1.4	4.82	58.9
80% Kamex+ (D) 2−4−D	between plant	0.7	40.3	0.04	0.4	—	—	—	—	32.76	74.2
	between row	23.7	16.0	7.8	0.1	1.0	—	3.9	7.5	40.0	100
85% Basfapon (E)	between plant	—	—	28.2	1.4	0.5	1.4	1.7	—	55.4	88.6
	between row	24.3	7.4	33	0.7	—	—	1.4	16.0	17.2	100
85% Basfapon+ (F) 2−4−D	between plant	4.8	10.8	3.6	0.5	0.1	16.6	10.2	1.2	52.2	100
	between row	52	7.1	3.6	9.2	0.7	0.7	1.7	2.1	11.8	88
hand-weeding (CK_1)	between plant	10.7	10.2	1.4	0.4	—	2.6	3.0	5.3	66.4	100
	between row	33	7.0	8.2	4.0	0.8	3.5	1.0	1.6	23.3	82.4
Non-till (CK_2)	between plant	14.0	48.0	4.9	4.0	0.4	0.4	7.0	—	21.3	100
	between row	15.0	38.4	4.0	0.5	0.6	1.0	2.5	1.1	36.9	100

a. 1.圓果雀稗 (*Pasplum orbiculare* G. Forst)
2.馬唐 (*Digitaria Sanguinalis* Scop)
3.水蜈蚣 (*Kyllinga brevifolia* Rottb)
4.細翼草 (*Desmodium triflorum* Linn DC.)
5.青芳草 (*Drymaria cordaria* Linn wild)
6.含羞草 (*Mimosa pudica* Linn)
7.佛歐里指草 (*Digitaria fauriei* ohwi)
8.飄佛草 (*Cyperus serotinus* Rotth)

從表 4 與表 5 顯示，各試區經噴施殺草劑後僅存禾本科、豆科、莎草科及石竹科雜草，其餘如菊科、莧科等均死亡，而殘存雜草種類中以禾本科佔大多數，尤以馬唐、圓果雀稗殘存率及萌發率佔最大，次爲莎草科之水蜈蚣，可見不同雜草科別確對殺草劑具有某種程度之抗性，但相反的有些殺草劑對某種雜草確有殘效性存在，如馬唐草噴施 85% Dowpons 42 天後株間殘存率 19.12%，行間殘存率16.5%，至 240天後株間殘存率已降至48%，行間降至 7 %。施用85% Basfapon 則更顯著，其株間殘存率從 29.3% 降至 0 ，行間從 17.8% 降至 7.4%。其他雜草似乎初期噴施殺草劑均可達殺草效果，但至後期萌發率强，則殺草劑之殘效未能收抑制之效果，因之，一年噴施一次殺草劑顯然不能發揮最大殺草效果。

四、施用殘草劑對瓊麻長之影響

一般殺草劑之特性，輕量噴施或許對作物本身有益，多量噴施則有害。據王氏報導 (1969) ，使用 2－4－D 少量則可增進作物呼吸速率與細胞分裂。但如多量瓊施 Kamex，可使單子葉與雙子葉植物受害率達到 66～77% [5] 。因此施用殺草劑後，除預期殺草效果大小外，應兼顧對作物本身生育及產量是否有受影響，爲顧及此，特將二年瓊麻生育情形及產量調查詳如表 6 。

表 6 噴施殺草劑後瓊麻之農藝特性

Table 6. Agronomic chracteristics of sisal hemp after herbicide spraying (1978—1979)

Treatment*	No. of harvest leaf/plant	Leave length (mm)	Fresh leave wt./plant (g)	Retting (%)	Yield of ratted fiber (kg/ha)	Index (%)	
A	14	72.0	3.4	4	700	86.8	121.7
B	17	73.0	4.6	4	913	113.2	158.8
C	14	68.4	3.1	4.1	656.3	81.4	114.0
D	17	74.5	4.6	4.2	968.8	120.2	168.5
E	14	71.8	3.5	4.1	712.5	88.4	1,123.9
F	16	71.5	3.8	4.2	806.3	100.0	140.2
CK_1	15	70.0	3.5	4.5	806.3	100.0	140.2
CK_2	13	67.0	2.8	4.0	575.0		100.0

*A. 85% Dowpons B. 85% Dowpons+2—4—D C. 80% Kamex D. 80% Kamex+2—4—D
E. 85% Basfapon F. 85% Basfapon+2—4—D CK_1. Hand-weeding CK_2. Non-till.

從表 6 資料顯示，單株平均收刈葉數，處理間經綜合分析差異不顯著，但施用殺草劑各處理及人工除草區之單株葉數的較不除草區多，尤以 B、D 處理爲著，單葉長度亦有相同趨勢。公頃平均乾纖維產量經綜合變方分析結果亦未達顯著差異水準，惟若與使用人工除草區 (CK_1) 比較，發現除 B、D 處理產量較高外，其他處理反而減產，此乃顯示其餘處理略有藥害發生而導致減產。反之，與不除草區 (CK_2) 比較，則各處理公頃平均乾纖維產量均比 CK_2 高，其中仍以 B、D 處理爲著，分別增產 58 與 68% 。因之，致使瓊麻低產不除草乃爲最大原因選擇適合之殺草劑及適量噴施，不但可達殺草效果且可促進增產。

五、瓊麻園除草費用之比較

從前述之結果 (如表 3) ，已獲知單項藥劑噴施以 A 處理使用 85% Dowpons 較優，依次爲 E 、C 處理。兩項藥劑混合噴施以 B、D 處理較佳，但其所花費成本多寡，似乎爲經營者所樂以探討之問題，否則殺草藥效雖高，其成本太高往往農民不易接受，因之各處理間之成本分析有必要探究，茲

將各處理成本分析之結果詳列如表 7。

表7 各處理噴施殺草劑之成本比較

Table 7. The cost analiyss for different herbicide treatments

Treatment	Herbicides cost (NT dollar/ha)	Labor wages (NT dollar/ha)	Total	Difference (NT dollar/ha)
85% Dowpons (A)	1,864	1,000	2,864	+ 5,686
85% Dowpons (B) +2-4-D	2,854	1,000	3,854	+ 4,694
80% Kamex (C)	990	1,000	1,990	+ 6,560
80% Kamex (D) +2-4-D	2,150	1,000	3,150	+ 5,400
85% Basfapon (E)	1,484	1,000	2,484	+ 6,066
85% Basfapon (F) +2-4-D	2,644	1,000	3,644	+ 4,906
Hand weeding (CK_1)	—	8,550	8,550	

恆春坡地瓊麻園人工除草，1公頃每年除草一次需要女工 45 工，每天工資按照公家長期僱用日資 190 元計算，則需新臺幣 8,550 元，以噴施殺草劑代替人工除草，則 C 處理每公頃可節省 6,560元，E 處理 6,066 元，A 處理 5,686 元，D 處理 5,400 元，F 處理 4,906 元，B 處理 4,696 元，因之瓊麻園噴施殺草劑不但可達殺草效果，同時相對可減少農民生產成本。

結　論

瓊麻園經營，早期因麻絲價格好麻農每年均僱工除草一次，近年來由於勞力不足麻絲價格低，遂使鼎盛一時之瓊麻事業一落千丈，農民在無利可圖情況下均採放任栽培，以致瓊麻生長遭受雜草威脅，產量逐年降低。殺草劑問世後，至今已在農業上發揮很大效用，其中以水稻田使用殺草劑最爲農民所樂用。旱田使用殺草劑常見於甘蔗、花生、亞麻、玉米等田裡，但瓊麻園使用殺草劑在本省尙未曾嚐試。經二年以不同種類殺草劑作單項與混合噴施比較，就殺草效果而言，以B處理使用85%Dowpons +2-4-D 噴施與 D 處理使用 80% Kamex + 2-4-D 之殺草效果較佳，公頃平均乾纖維產量較除草區增產 13 與 20%，與不除草區比較，則分別增產 58 與 68%。就成本分析而言，雖 C、E 處理節省最多，但殺草效果不及 B、D 處理，且未達增產效果。就殺草效力對雜草種類而言，似乎禾本科雜草抗藥性較大，次爲豆科，莎草科及石竹科，其他如錦葵科、繖形科、菊科、莧科、茜草科、大戟科及鴨趾草科等雜草抗藥性較小均死亡，尤以菊科及莧科爲著，噴施殺草劑後很少見再萌生。

引用文獻

1. 王祖濤・1950・臺灣之纖維資源・臺灣銀行季刊 3（1）：14~19。
2. 王啓柱・1959・臺灣之野草及牧草化・臺灣銀行季刊10（4）：83・105。
3. 趙荷生・1963・臺灣之瓊麻・臺灣銀行季刊14（1）。
4. 臺灣省政府農林廳・1964・瓊麻資料（油印本）。
5. 王啓柱・1967・選擇性殺草劑與作物及雜草之生理・臺灣農業研究中心刊印。
6. 王雨全・1968・茶園雜草防治試驗・臺灣省茶業改良場年報 53~55。

7. 賴銘立、毛振鵬、戴常智・1969・瓊麻栽培改良試驗初報・臺灣農業季刊 5（2）：1～2。
8. 蔡焜煌・1972・亞麻藥劑除草試驗・技術人員試驗研究報告摘要 162～163。
9. 許巍文・1972・瓊麻强力塑膠之研究・經濟部聯繫工業研究報告。
10. 杜金池、程永雄、胡敏夫・1972・瓊麻渣種類對草菇生長之影響・臺灣農業 8（4）：189～192。
11. 郭寶章、林文鎭・1973・大雪山林區箭竹及萱草地藥劑除草之研究・中華農學會報新（83）：54～64。
12. 洪亮吉、呂理燊・1980・臺灣農地雜草・中華民國雜草學會出版。
13. 臺灣農業年報・1980・臺灣省政府農林廳147。
14. 三共農業手帳・主要雜草圖譜・日本三共農藥株式會社刊印 351～384。
15 筒井喜代治・1974・原色雜草の防除・家の協會。

Investigation of Weed Species and Evaluation of Different Herbicides on the Growth of Sisal Hemp in Field[1]

M. F. Hu[2]

Summary

Beause the uses of sisal hemp fiber can be substituted by the synthetic products, the cultivation and price of sisal hemp are greatly reduced. In addition, the widespread of different weeds in sisal hemp field also influences the growth of sisal hemp plants. Therefore, the total production of this crop becomes insufficient for the requirements of domestic demand. In order to solve this problem, experiments were conducted during the period of 1977 to 1979. The results are summarized as follows:

About 39 weed species were identified from the sisal hemp field in Pintung area. Most of them are Gramineae weed, next were Cyperaceae and Compositae weeds, the survival of weed species in field depended on the application of different herbicides. Granimeae are more tolerant to different herbicides than the others, While, Amaranthaceae and Compostiae weeds are more sensitive.

Evaluation of different herbicides on the growth of sisal hemp showed that 85% Dowpons (8kg/ha) plus 2-4-D (2kg/ha) or 80% Kamex (2kg/ha) plus 2-4-D (2kg/ha) increased the fiber production by 13 and 20% in comparing with the hand-weeding trea-tment; 58 and 68% for the non-till treatment, respectively, Furthermore, approximately 5,000 N. T. Dollars of the labor cost can be saved if both herbicides were used.

1. Contribution No. 1055 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Research assistant. Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, R. O. C.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 31(3)：209～214 (1982)

檬果開花期間溫度對枝條生育之影響[1]

歐 錫 坤[2]

摘要：盆栽3年生愛文檬果枝條於花期去頂後，葉腋側芽可分化成正常的花序、混合花序與新梢等三種類型。在溫室高溫生長下（21.9 °C）新梢出現的機會較高；在戶外自然生長下（18.6°C），正常花序出現率較高。

盆栽 2 年生海頓檬果在花期新梢葉腋之花序，於生長箱日／夜溫 17/10 °C 之條件下，生殖生長漸趨旺盛，新梢上葉腋小花序漸漸擴張，葉片陸續脫落而轉變成正常花序。在 32/25 °C 的生長條件下，則營養生長漸趨旺盛，新梢上葉腋的小花序漸漸萎縮脫落，而轉變成新梢。

本省有關檬果開花不結果造成減產的因素很多，可歸納為：氣溫反常、花期病害、風雨不調、樹體營養失調 [2]；植株生長衰弱與藥害影響等 [3]。

在檬果栽培諸多氣候因子中，Singh 氏認為溫度是控制檬果生長過程中最重要的因子，檬果生長溫度最低可忍受4.4～10°C，最高為42.2～43.3 °C [7]，而 Woodrow氏(參閱 L. B. Singh, 1960)認為23.9～26.7 °C 最適宜檬果生長。本文利用盆栽檬果為材料連續 2 年探討開花期間溫度對枝條開花之影響，以期瞭解溫度對開花不結果是否有影響。

材料與方法

一、3年生愛文盆栽檬果苗為試驗材料，一般例行栽培管理方法詳見前文「溫度對檬果新梢開花結果之影響」[4]。分成溫室、戶外二組，於 70 年 1 月 16 日將每盆供試果樹之枝條頂梢剪去 3～5 公分，即枝梢長度的 $\frac{1}{3}$ 左右，戶外一組 12 盆共計去頂 55 個枝條，溫室 12 盆去頂 59 個枝條，使其達同期狀態以供試驗比較。試驗期間每隔 7 天調查 1 次枝梢去頂後側芽所萌發的數目、長度及其開花率，並記錄試驗期間溫室、戶外每天的溫度變化情形。

二、由 69 年與 70 年連續兩年的盆栽溫度試驗，發現檬果於 12 月～1 月間所萌發的新梢，因溫度高低之不同，可分化成花序（生殖生長）與新梢（營養生長）。為進一步證明此一結果，復於 71 年 1 月 16 日進行生長箱試驗。

依據 69 年（戶外11.9～18.8°C）[4] 與 70 年（戶外15.3～23.3°C）兩年開花試驗期間的溫度記錄分析，不論溫室與戶外之生長條件下，其花期主要溫度範圍皆於 10～30 °C 之間，最高溫與最低溫之平均差距為 6.9～8 °C，故試驗設計取其頭尾兩端的溫度分布，即擬定白天 17 °C 晚上 10 °C（17/10 °C）與白天 32 °C 晚上 25°C（32/25°C）兩種高低溫度處理，將 2 年生的盆栽海頓檬果取出 20盆，供試盆栽其枝條所萌發之新梢（包括紅銅色的新葉片，與葉腋剛凸起之小花序）長度為1.6～18.7 公分，將其分為二組，一組10盆計有 29 個枝條，新梢平均 5.2 公分，置於 17/10 °C 的生長箱內；另一組 25 個枝條，新梢平均長 6.4 公分，置於 32/25°C 的生長箱內，進行試驗比較。

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1056 號，本文承本所園藝系主任林學正博士、曹幸之博士與臺灣大學園藝系鄭正勇教授指導斧正，謹此申謝。

2.本所園藝系助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

結 果

一、枝條去頂後不同溫度對花序萌發的影響

試驗進行 14 天後，放置於溫室的盆栽去頂枝條，側芽大量凸起萌發，其側芽萌發數高者達 12 個，長度最長達 0.9 公分；此時放置戶外處理之枝條，側芽萌發最多僅 7 個，長度只 0.3 公分爲最長，多半只是側芽稍爲凸起而已。於試驗期間側芽之數目與長度詳見表 1，側芽萌發數以戶外處理後35天爲最高可達 8.29 個，隨着花序的伸長，有些凸起的側芽會停止生長，失去成爲新梢的機會，因此其數目呈先增後減的現象。而萌發速度以溫室處理爲快，於 28 天後萌發數就達最高（7.0個）。其側芽生長長度，溫室植株於處理後 49 天已漸達高峯（21.0 公分），約爲同時期戶外處理（7.9 公分）的 3 倍。

表 1. 不同溫度處理對去頂後愛文檬果枝條生育之影響

Table 1. The temperature effect on growth and development of decapitated Irwin mango shoots.

處理 treatment / 調查項目 Items / 處理後之天數[a] Days after treatment	戶外（最高／最低溫度 23.3/15.3 °C） Outdoors (max/min temp 23.3/15.3°C)		溫室（最高／最低溫度 29.0/17.6°C） Greenhouse (max/min temp 29.0/17.6°C)	
	數 目（個） Number	長度（公分） Length (cm)	數 目（個） Number	長度（公分） Length (cm)
14	2.3	0.06	5.8	0.37
21	5.4	0.36	6.8	1.55
28	6.4	0.66	7.0	3.06
35	8.3	1.91	6.5	9.44
42	8.1	3.77	5.9	17.16
49	8.0	7.97	5.9	21.04
56	7.9	15.63	5.8	22.24
63	7.4	21.42	5.8	22.75
70	7.0	22.98	5.7	22.39

a：試驗期間爲70年 1 月16日至 3 月25日。
Experimental period was from January16, 1981 to March 25, 1981.

b：戶外係12盆植株55個枝條之平均值；溫室係12盆植株59個枝條之平均值。
Average of 55 shoots from 12 potted plants in outdoors and 59 shoots in greenhouse.

據調查結果枝條去頂後側芽所萌發的新梢可分爲 3 種類型，即（1）正常的檬果花序，（2）葉片與花的混合花序，（3）完全葉片的新梢。戶外植株所感受的溫度較溫室植株爲低，55個枝條去頂後第56天總開花率達 95.1%，較溫室植株（59 個枝條）59.9% 高出 35.2%。其中側芽萌發出正常花序者，戶外植株有70.5%較溫室植株高出 34.9%。至於混合花序的出現率，則溫室、戶外植株所占比率大略相等（表 2）。

表2. 溫度對愛文檬果去頂枝條開花率之影響

Table 2. The temperature effect on the percentage of flowering from decapitated Irwin mango shoots

處理 Treatment	正常花序百分率 Percentage of normal panicle	混合花序百分率 Percentage of mixed panicle	總開花率 Total flowering percentage
戶外 Outdoors	70.5	24.6	95.1
溫室 Greenhouse	35.6	24.3	59.9

$$* \text{總開花率} = \frac{\text{正常花序數} + \text{花葉混合花序數}}{\text{去頂後萌發側枝之總數}}$$

$$*\text{Total flowering percentage} = \frac{\text{number of normal panicle} + \text{number of mixed panicle}}{\text{total number of emerged lateral shoots after decapitation}}$$

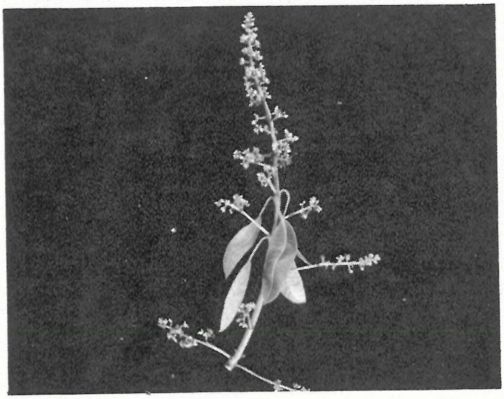
表 3. 從1月17日至3月25日之溫度紀錄

Table 3. Temperature records from January 17 to march 25, 1981.

處理 Treatment	平均 Average (°C)	平均 (°C) Mean		累積時數 Accumulative hours					
		最高 Max.	最低 Min.	≦10°C	10<x≦15	15<x≦20	20<x≦25	25<x≦30	>30°C
戶外 Outdoors	18.59	23.33	15.30	48	312	713	458	99	2
溫室 Greenhouse	21.91	29.00	17.59	6	92	536	587	328	83

試驗期間戶外平均溫度 18.6 °C 較溫室 21.9 °C 低 3.3 °C（表 3）。而戶外溫度低於 20°C 的累計小時數共計 1073小時占總試驗期間（68 天計 1,632 小時）的 65.7%；溫室計有 634 小時占38.8%。兩者相差 439 小時，占試驗期間的 26.9%。此一差異可能是造成去頂枝條側芽萌發數與開花率差異的主要因素。而溫室大於 25 °C 的累積小時數計有 411 小時，而戶外只有 101 小時，相差 310 小時占試驗期間的 19.0%，這可能是造成在溫室內生長植株新梢（營養生長）萌發較多的原因。

檬果枝條剪去頂端後所萌發的新梢中，不論是溫室、戶外處理，皆有混合花序產生，各占總開花率的24.3%與24.6%。但是當花盛開時期，戶外處理之混合花序上的葉片有逐漸脫落的現象；而溫室處理者則是混合花序上的小花序有逐漸萎縮脫落，至最後花序完全變成長滿葉片的新梢（圖 1）。



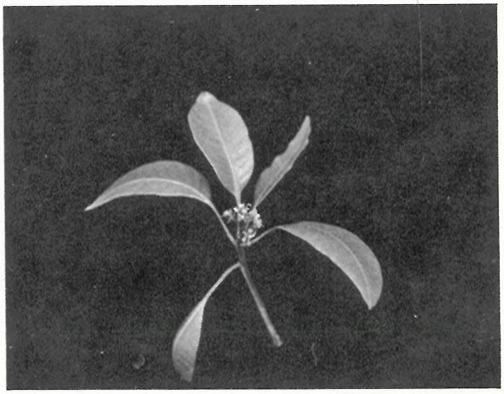


圖 1：溫度對愛文檬果混合花序生育之影響。左圖：戶外植株混合花序上的葉片陸續脫落 。 右圖：溫室植株混合花序上的小花序逐漸萎縮脫落，最後轉變成葉梢。

Fig. 1. The temperature effect on growth and development of Irwin's mixed panicle. (Left): Potted plant grown outdoors, showed gradually declined leaves on panicle. (Right): Potted plant grown in greenhouse, showed degenerated inflorescence becoming leafy shoot.

二、開花期間不同溫度對枝條生育之反應

供試盆栽在低溫（17/10 °C）與高溫（32/25 °C）的定溫生長下，其新梢生長速率相差很大（表 3），高溫生長下於試驗後第 25 天混合花序長達 26.9公分，而低溫生長下僅 8.2公分，須至第 55 天混合花序長才達 25.9 公分；而花序之寬度高溫下於 35 天後最寬爲 21.4 公分；而低溫者至第 60 天，寬度才達 13.4 公分，見表 4。高溫生長下，花序於 30～35 天之間達盛開狀態，隨後花序上的小花驟然凋謝，僅有少數於末端着果；其花序側枝數也由 46.2 個頓減至 13.1 個；此時低溫生長之植株，花序則呈穩定地發育成長（31.2～35.8 個），見圖 2。

表4. 生長箱內不同溫度對海頓檬果花序生長之影響

Table 4. The temperature effect on the mixed panicle growth of Haden mango grown in growth chamber.

處理 Treatment / 調查項目 Items / 處理後天數* days after treatment	白天／晚上溫度 Day/night temp. 17/10 °C			白天／晚上溫度 Day night temp. 32/25°C		
	混合花序長×寬 Length × width of mixed panicle (cm)	混合花序側枝數 Lateral branches number of mixed panicle	混合花序側枝脫落率 Lateral branch wilted percentage of mixed panicle	混合花序長×寬 Length × width of mixed panicle (cm)	混合花序側枝數 Lateral branches number of mixed panicle	混合花序側枝脫落率 Lateral branch wilted percentage of mixed panicle
0	5.2× —	—	0	6.4× —	—	0
20	6.1× 1.6	11.6	0	9.8× 3.0	15.2	0
25	8.2× 2.4	17.1	0	26.9×10.6	40.2	4
30	11.1× 3.4	20.4	3.4	34.6×16.0	46.8	4
35	13.5× 4.8	31.2	3.4	35.7×21.4	46.2	4
40	17.4× 7.2	35.8	6.8	35.3×13.2	13.1	12
45	20.5× 9.4	37.9	6.8	35.6× 8.4	7	44
50	23.8×12.0	43.7	6.8	35.8× 6.0	5.4	44
55	25.9×12.8	48.3	6.8	35.0× 6.0	4.4	48
60	28.2×13.4	51.0	6.8	34.7× 4.8	2.8	68

＊：試驗期間爲71年 1 月16日至 3 月17日。

＊：Experimental period was from January 16, 1982 to March 17, 1982.

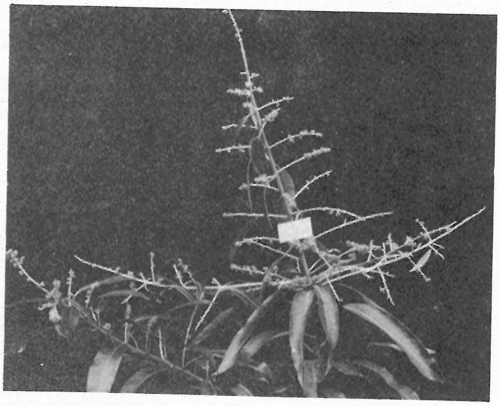


圖 2：生長箱內，不同溫度對海頓檬果花序生長之影響（處理後第45天，71年 2 月25日攝）。左圖：17/10 °C 生長下葉腋之小花序逐漸伸展，最後變成圓錐花序的側枝。右圖：32/25 °C 生長下花序上的小花約同時開放，並驟然凋謝。

Fig. 2. The temperature effect on inflorescence growth of Haden mango. (Left) : Under temperature of 17/10 °C, tiny flower buds arose in the axils of leaves. These buds gradually developed and gave rise to the branches of the panicle. (Right) : 32/25°C flowers on the panicle opened at the same time, and wilted abruptly.

討　　論

一、由試驗1的結果發現枝條去頂後約35天在戶外自然生長環境下，就可看見側芽萌出花序來；而溫室稍高溫的生長環境下21天就可看見花序。在商業性栽培上對於花序受到低溫凍害或因罹病嚴重，花序無着果時，可立刻採取挽救措施進行「去頂」。據1974, R. N. Singh等人之研究檬果去頂後尚可使着果率提高7～50倍[8]；且可使花期延後3星期[1]。

在溫室高溫（平均21.9°C）生長環境下，總開花率僅59.9%（見表2），其中40.1%是由枝條去頂後，葉腋側芽分化為新梢的；而戶外較低溫度（平均18.6°C）生長下，葉腋側芽僅有4.9%分化成新梢，此差異可能是戶外生長下低於20°C以下的累計小時數較多所致。依 R. N. Singh 等人的試驗，在花期每隔14天去頂1次，至2月中旬以後，開花枝條的百分率會降低[8]。又Reece等人認為花期將頂芽去掉，在枝條末端的側芽會產生花序，但有時也會產生營養梢[6]。據本試驗之觀察，檬果開芽花時期溫度的高低對去頂後葉腋側分化成花序（生殖生長）或新梢(營養生長)有決定性的影響作用。

在本盆栽試驗中不論戶外或溫室皆有混合花序產生，且溫室處理者混合花序上小花逐漸萎縮脫落，到最後混合花序上全部長滿了葉片而成新梢，依植物解剖的觀點而言，花是葉或枝梢的變態[5]，而花葉互變據試驗結果推斷是有其臨界溫度存在的。這一論點值得更進一步證明。

二、由表4結果顯示在生長箱高溫 32/25 °C生長下，於試驗後40天（2月25日），花序上側枝數已大量脫落（46.2枝降至13.1枝），且又小果出現在末端（1～10個／花序，戶外正常花序可結343個／花序），花期告一段落；而此時低溫處理17/10 °C之花序長17.4公分，花序側枝數35.8枝，直至處理後第60天搬出生長箱時，花序還是穩定地擴張，當花序還在擴張有的花早已開放完畢，並着小果（第55天）。R. N. Singh[7] 認為提高溫度可加速花期與花的開裂，不正常的氣候情況則會延遲花期與花的開裂。可見溫度的高低對檬果花期的長短是影響很大的。溫度低則花期愈長，溫度高則花期短。

在盆栽海頓檬果混合花序上，當生殖生長旺盛時，則花序上的葉片會逐漸脫落而成正常之花序；當營養生長旺盛時，則花序上的小花序會有萎縮現象而使花序轉變成新梢如圖3。而且據觀察結果發現，花葉混合之小花序，皆在照光面出現，在背光面的葉腋側芽則保持靜止狀態（見圖4）。可見檬果花期新梢腋芽分化成花序與光强是有關係的。

圖3：在32/25 °C生長箱內，營養生長漸趨旺盛，側花序逐漸萎縮脫落，轉變成新梢。

Fig. 3. Under temperatures of 32/25 °C, the vegetative growth became profusely, while the panicle degenerated gradually, and converted into new shoots.

圖4：在 32/25 °C 生長箱內，花序多半出現在照光的一面，背光面較少。

Fig. 4. Under temperatures of 32/25°C more inflorescence appeared at the side facing the light.

日／夜溫爲 32/25 °C 生長下，花序所結之果實發育至2.1×1.1公分就呈現脫落現象，由落果剖面，可看見胚呈一小黑點，沒有發育的現象。Oppenheimer（參閱 L. B. Singh, 1960）在巴勒斯坦發現當溫度高達 44 °C ，濕度 15% 時，多數小果會有脫落現象；少數殘存者雖能發育，但皆不會有種子之形成。可見高溫與種子生成之有無，值得深入研究。

結　　論

由本試驗結果認爲花期溫度高低對檬果枝條之生殖或營養生長影響很大；且溫度對檬果開花、着果與種子發育等一連串過程值得深入研究，因爲只要其中某一步驟發生偏差，皆會影響檬果產量之高低。

引 用 文 獻

1.沈再木、黃弼臣・1980・化學藥品及剪除花穗對檬果花期調節及結果之反應。中國園藝 26(2,3)：61～70。
2.范念慈・1980・本省檬果生產現況與前瞻。果農合作 388：8～9。
3.張振宙、陳吉雄、樊莉莉・1979・玉井檬果結果不良原因之調查。中國園藝 25(4)：140～150。
4.歐錫坤・1980・溫度對檬果新梢開花結果之影響。中華農業研究 29(4)：301～308。
5.蔡淑華・1975・植物解剖學。pp. 256。
6. Reese, P. C., J. R. Furr, and W. C. Cooper. 1946. The inhibiting effect of the terminal bud on flower formation in the auxiliary buds of the "Haden" mango (*Mangifra indica L.*). Amer J. of Bot. 33 : 209-210.
7. Singh, L. B. 1960. The mango. Leonard Hill Books Limited, London.
8. Singh, R. N., P. K. Majumder, D. K. Sharma, G. C. Sinha,and P. C. Bose. 1974. Effect of deblosoming on the productivity of mango. Scientia Horticulturae 2 : 366-403.

Temperature Effect on Differential Shoot Development of Mango during Flowering Period [1]

Shyi-Kuan Ou [2]

Summary

During flowering period, the decapitated 3yr old potted Irwin mango showed three types of growth in axil—normal flower inflorescence, mixed Panicle and new shoots. High rate of new shoots appeared under high temperature (21.9°C) in greenhouse, and normal flower inflorescence predominated under lower temperature (18.6 °C) outdoors.

Controlled growth chamber study showed that potted Haden mango under 17/10 °C had prosperous reproductive growth, with expanding inflorescence branch, and gradually declined leaves on panicle. Whereas, under 32/25°C, it showed more active vegetative growth, with inflorescence degenerated and new shoots developed instead.

---

1. Contribution No. 1056 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Horticulturist, Department of Horticulture, TARI, Wu-feng, Taichung Hsien, Taiwan 431, R. O. C.

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）31(3)：215～219（1982）

光照與激勃素對促進獼猴桃種子發芽之效果[1]

劉 邦 基[2]

摘要：從購自日本之獼猴桃鮮果中取得之種子，在室溫中以光照和不同 GA_3 濃度處理，探討其發芽情形；所用光度爲 7000 lux，GA_3 濃度爲 0 、250、500、750、1,000 和 1250 ppm 。所得結果爲：在黑暗中 GA_3 有明顯之促進發芽效果，若再加以每天 12 小時之光照，更可提高其發芽率；其中以 250 ppm 之 GA_3 濃度加上光照之處理，發芽率可達 94.45%。光照除了可以增加 GA_3 處理的效果，還可使發芽時間提早。

獼猴桃（Actinidia chinensis planch）爲我國原產之果樹種類。近數十年來頗受各國人士喜愛，成爲一種極具發展潛力之新興產業 (1,2,3,4,5,9)，最近由日本進口在國內超級市場試銷情形亦證明頗適合國人口味，極具開發價值。

本所爲探討獼猴桃在本省栽培之可行性，已從紐西蘭引入苗木，經初步觀察證明生長良好。今後爲培育充足苗木以供進一步觀察試驗，需有足够之實生苗供作嫁接繁殖之砧木；此外，若能從市面上購得之鮮果中取得之種子，直接培植大批實生苗，從中選育適合本省風土之品系，亦不失爲一條捷徑。爲達此目的，皆需熟闇其種子之播種法。本試驗之目的即在尋求促使獼猴桃種子發芽之可行方法。

有關獼猴桃種子發芽之研究資料，迄今仍甚有限，且各個試驗所獲致之結論並不一致。Rivals (10) 在紐西蘭所做之試驗，認爲其種子發芽並無特殊困難，如今紐西蘭之苗圃商係在秋天將新鮮種子直接播於田間，經冬季低溫後，春天即可順利萌芽 (6)。但其他人之報告則顯示種子在自然情況下發芽率甚低，因此有人認爲 Rivals 之結論乃由於紐西蘭之生態環特別適合於獼猴桃種子之發芽條件所致 (12,13)。Smith 和 Toy (14) 兩氏發現濕冷層積可促進種子發芽，但發芽率低而不穩定，需再加上變溫處理才能達到理想發芽率，兩者缺一不可。土藤茂道氏 (1) 在其所著之獼猴桃栽培書籍上亦說明播種前需先將種子以 4.4°C 之低溫處理至少 2 週，然後以日間 21°C 及夜間 10°C 之變溫處理，約經二週即可發芽。

本所以來自紐西蘭、美國加州之種子以及從日本和國內超級市場購得之鮮果中取得之種子，利用各種不同處理，進行初步之發芽試驗，包括種皮磨破、變溫、濕冷層積、激勃素（GA_3）以及其他藥劑之處理，探討最適獼猴桃種子發芽之方法，供作以後栽培上之參考。

材料與方法

於民國 70 年 8 月 1 日，以從日本買回的 Hayward 品種之鮮果中取得種子，作爲試驗材料，在室溫中（25—30°C）探討光照和不同濃度之激勃素（GA_3）對其種子發芽之影響。

試驗係採用裂區設計，材料共分兩大組，一組置於暗室中，另一組則每天12小時之光照，光度爲 7000 lux，光源中¾爲日光燈，¼爲植物燈；每一大組之材料皆分爲六小組，每小組以 1 種濃度之 GA_3 水溶液處理。所用之濃度包括 0、250、500、750、1000 和 1250 ppm；每小組包含 3 個重複，每 1 重複採用 30 粒種子。處理方式爲 GA_3 水溶液浸種 20 小時，然後以自來水冲洗 10 分鐘，陰乾後再以 750 倍之萬力 T 水溶液浸 30 分鐘，再取出陰乾，以備播種。播種之基質由 fine peat 和珍珠石 1：1混合而成，播種所用之容器爲 5 cm×5 cm 之相連式塑膠育苗杯。播種時先於盆中放入約 5cm深之基質，再將種子均勻播於其上，最後蓋以厚約 0.2 cm 之相同基質。每天保持適當之水分，並且從

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第1057號。

2.本所園藝系助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

播種之日起每天調查發芽情形 1 次，最後並計算其發芽百分率及發芽速率係數（Coofficient of Velocity of germination）。發芽速率係數是根據 Kotowski [7,11] 之公式計算而得，$CVG=\frac{\Sigma n\times 100}{\Sigma(Dn)}$，其中 n 爲各別日數裏之發芽種子數，D 爲播種以後之日數。

結　果

播種後未經 GA_3 處理者，幾不發芽，有 GA_3 處理者，在光照下每天之發芽情形如表一所示，播種後第 8 天開始發芽，一直持續到第 22 天以後即不再有種子發芽；在黑暗中，種子發芽始於第 9 天

表 1. 獼猴桃播種後每天之發芽數。
Table 1. Numbers of kiwi seeds germinated each day after sowing.

濃度 Conc. (ppm)	重複 Block	每日之發芽數 Numbers of seeds germinated each day 8th	9th	10th	11th	12th	13th	14th	15th	16th	17th	18th	19th	20th	21th	22th	23th	總發芽數 Total
									光照 (Illuinated)									
0	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
	III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
250	I	—	—	1	2	6	7	4	5	—	—	1	1	—	—	—	—	27
	II	3	6	4	9	1	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	29
	III	3	3	3	1	2	7	1	2	3	3	—	1	—	—	—	—	29
500	I	—	—	2	3	4	4	10	3	1	—	—	1	—	—	—	—	28
	II	1	2	4	4	7	4	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—	26
	III	2	4	5	4	3	2	1	1	1	2	—	—	—	—	1	—	26
750	I	—	2	2	4	13	3	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	27
	II	1	5	5	5	1	3	1	1	1	—	—	1	—	—	—	—	24
	III	—	4	5	5	4	—	1	1	1	1	—	1	—	—	—	—	23
1000	I	—	—	1	2	7	4	8	1	1	—	—	—	—	—	—	—	24
	II	2	4	2	9	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	20
	III	3	3	3	1	2	1	4	—	2	1	—	—	—	—	—	—	20
1250	I	—	1	1	2	7	4	6	3	1	—	—	—	—	—	—	—	25
	II	4	2	2	4	3	3	3	3	—	—	—	—	—	—	1	—	25
	III	2	4	6	1	5	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	21
									遮光 (In dark)									
0	IV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
	VI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
250	IV	—	—	—	—	5	6	4	—	2	1	—	1	2	1	1	—	23
	V	—	—	—	—	10	2	2	6	3	2	1	1	—	1	—	—	28
	VI	—	—	—	1	2	3	2	—	1	1	2	1	—	2	1	2	18
500	IV	—	—	1	1	1	6	4	2	3	2	—	—	1	1	—	—	22
	V	—	—	1	1	3	4	1	3	2	1	1	3	—	—	—	—	20
	VI	—	—	—	2	1	3	1	2	2	2	5	1	1	—	—	—	20
750	IV	—	—	1	—	—	4	3	4	3	3	—	—	1	—	1	—	20
	V	—	—	1	—	5	3	3	3	1	—	—	—	—	2	—	—	17
	VI	—	1	2	3	2	6	4	2	1	2	1	—	—	—	—	—	24
1000	IV	—	—	1	1	4	3	3	5	1	—	—	1	—	1	—	—	20
	V	—	1	3	—	8	3	3	1	1	1	—	1	—	—	1	1	24
	VI	—	2	2	3	2	6	—	2	2	1	1	1	—	1	—	—	23
1250	IV	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	2	—	—	1	2	2	10
	V	—	—	1	—	1	2	2	—	2	1	—	—	—	2	2	—	13
	VI	—	—	1	1	1	1	1	2	1	1	—	1	—	—	1	—	11

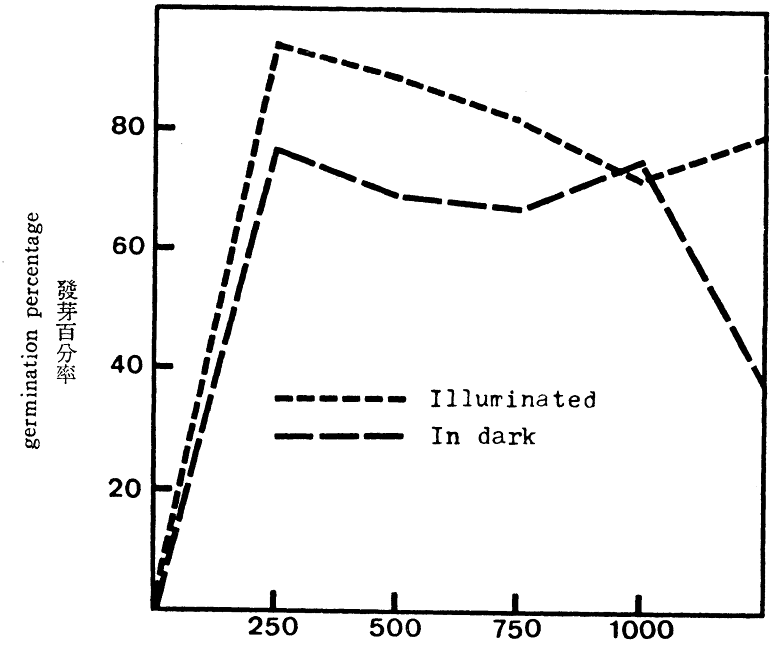


圖1. 光照與暗室處理中不同 GA_3，濃度獼猴桃種子發芽率之變化趨勢。

Fig. 1. The effect of illumination and different concentrations of GA_3 on the germination percentage of Kiwi seeds.

直到第 23 天。以發芽率或發芽速率表示時，GA_3 濃度處理或光照與否處理都有顯著差異（表 2）。相同 GA_3 濃度下，有光照處理的種子發芽均較黑暗處理者爲佳。其中 250 ppm GA_3 處理的種子發芽率高達 94.45%，發芽速率係數爲 8.21。而同濃度 GA_3 在黑暗中，種子發芽率爲 76.67%，發芽速率係數 6.26。一般言之，無論光照或黑暗處理，GA_3 之濃度提高到 750 ppm ，其促進發芽之效果，不呈顯著差異，濃度高達 1250 ppm 時，在黑暗中，則種子發芽率顯著降低，僅 37.78%，發芽速率係數爲 5.89。此種發芽率隨 GA_3 濃度增高而降低之趨勢如圖一所示，GA_3 濃度在 750 ppm 以上時，與光照處理對發芽之效果呈交感作用 (interaction) ，發芽後之幼苗移植於黑色塑膠育苗杯，三個月之小苗如圖 2 所示。

表2. 不同 GA_3，濃度處理對獼猴桃種子發芽率及發芽係數之影響

Table 2. The effect of different concentration of GA_3 on the germination of Kiwi seeds.

濃度 Concentretion (ppm)	發芽率 Germination percentage				發芽速率係數 (CVG)			
	I	II	III	平均 (Mean)	I	II	III	平均 (Mean)
光照 (Illuminated)								
0	3.33	3.33	0.00	2.22(f)	5.26	5.88	0.00	3.71(y)
250	90.00	96.67	96.67	94.45(a)	7.44	9.35	7.86	8.21(vw)
500	93.33	83.67	86.67	83.89(ab)	7.51	8.33	8.41	8.08(vw)
750	90.00	80.00	76.67	82.22(abc)	8.33	8.79	8.52	8.55(v)
1000	80.00	66.67	66.67	71.11(cd)	7.72	8.81	8.55	8.36(v)
1250	83.33	83.33	70.00	78.89(bcd)	7.76	8.39	9.13	8.43(v)

遮　光 (In dark)								
0	0.00	0.00	0.00	0.00(f　)	0.00	0.00	0.00	0.00 z　)
250	76.67	93.33	60.00	76.67(bce)	6.67	6.48	5.63	6.26 (wx)
500	73.33	66.67	66.67	68.89(cd)	6.88	6.85	6.41	6.71 (vwx)
750	63.33	56.67	80.00	66.67(d)	6.67	7.05	7.55	7.09 (vwx)
1000	66.67	80.00	76.67	74.45(bcd)	7.12	7.32	7.42	7.29 (vwx)
1250	33.33	43.33	36.67	37.78(e　)	5.35	5.60	6.71	5.89 (x　)

註：凡有相同字母註明者表示其平均數之間無顯著差異。

Note : Means with the same letter are not significantly different.

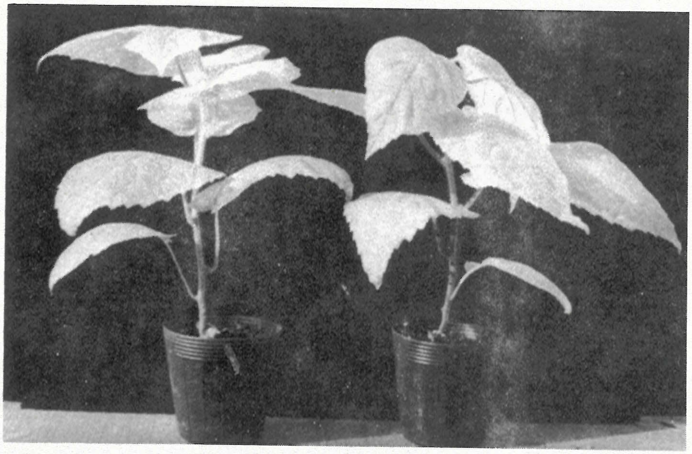


圖 2. 發芽後三個月之獼猴桃幼苗

Fig. 2. Young seedlings of 3 months old. 3-month old kiwi fruit see alings.

討　論

有關 GA_3 處理之效果，由對照組與處理組的比較有顯著差異，可知 GA_3 確可促進獼猴桃種子發芽；在所試驗之 GA_3 濃度範圍中，不同濃度之處理，其效果亦有所不同；就發芽率而言，從 250 到 1,000 ppm 之間皆可達到理想之效果，其中 250 ppm 最佳，此一濃度若再加以光照則效果更佳；由表二及圖一可知在大部份濃度之下，光照可增進 GA_3 處理之效果，而使其發芽率提高。在發芽整齊度方面，以發芽速率係數爲指標時，顯示光照有助於提高種子之發芽整齊度，並可提早發芽（表二）。

關於 GA_3 在促進種子發芽之應用與價值早已受到廣泛認識[8,11]，但在促進獼猴桃種子發芽上，則似乎尚未受到注意，本試驗之結果可爲這方面之參考。又光線對獼猴桃之發芽的影響亦尚未受人注意；本試驗所用之光照雖僅有一種光度，就獲致顯著之結果，顯示光照具有提高 GA_3 處理效果之作用，凡此結果正可引導吾人進一步探求光照和激勃素在獼猴桃種子發芽過程中所扮演之生理角色。

目前本省尚無已達結果年齡之栽培種獼猴桃植株，若欲取得種子，仍以自超級市場購買鮮果再將種子洗出爲最便捷之途徑；然而所購得之鮮果在前此之貯運過程中所經歷之時間和環境之變化情形甚難獲知，因此無法了解其種子在前此階段所經歷之環境變化；但在目前無法克服取材困難之情況下，

本試驗所獲致之結果，有其實用之價值，且可作爲進一步試驗之基礎。

引用文獻

1. 工藤茂道・1978・新果實キウイフルーツ　磐梯廳報社 226 pp
2. 工藤茂道・1979・キウイフルーツの新技術　磐梯廳報社發行270pp.
3. 陳仁仙譯・1980・產於紐西蘭的中國鵝莓一奇威果食品工業　12(8)：42—45。
4. 諶克終・1977・新興果樹獼猴桃之發現與開始栽培及研究　臺灣農林雜誌13(8)：1—5。
5. Beutel, J. A., F. H. Winter, S. C. Maner and M. W. Milla 1976, Kiwifruit-A new crop for california Calif. Agri. 30 (10) : 5-7.
6. Fletcher, W. A., 1976, Growing Kiwifruit. Horticultural Advisory Officer, Auckland. 39pp.
7. Kotowski, F., 1926, Temperature relations to germination of vegetable seeds. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 23 : 176-184 (Cited by E. H. Roberts, 1972).
8. Lang, A., 1970, Gibberellins : Structure and metabolism Ann. Rev. Pl. Physiol., 21 : 537-570.
9. Nihoul, 1976, Le Yang Tao (*Actinidia Chinensis* Planchon) Fruits 31 (2) : 91-109.
10. Rivals, P., 1964, Notes biologigues et culturales sur l'actinidia de Chine, J. d'Agric. Trop et de Bot. Appl. 11 : 75-83.
11. Roberts, E. H., 1972, Viability of Seeds. Syracuse Uni Press 448pp.
12. Schroeder, C. A. and W. A. Fletcher., 1967, The Chinese gooseberry (*Actinidia Chinensis*) in New Zealand. Economic Bot. 21 : 81-92.
13. Smith, R. L., 1961, Chinese gooseberry. West Fruit Grower 15 (10) : 19-20.
14. Smith, R. L., and S. J. Toy, 1967, Effects of stratification and alternation temperatures on seed germination of the Chinese gooseberry, *Actinidia Chinensis* Planch. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 90 : 409-412.

The Effect of Illumination and Gibberellin (GA_3) on the Germination of Kiwi (*Actinidia Chinensis* Planch) Seeds[1]

by

Pang-Chi Liu[2]

Summary

Gremination test was conducted on kiwi seeds secured from Japan exported fruits. At room temperature, germination was enhanced by GA_3 treatment and further more promoted if provided with ligw. Germination percentage of as high as 94.45% was obtained under illumination from seeds pre-treated with 250ppm GA_3 for 20hr. The light treatment also resulted in earlier germination.

1. Contribution No. 1057 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Research Assistants, Department of Horticulture, TARI, Wu—feng, Taichung Hsien, Taiwan 431. R. O. C,

中華農業研究 (Jour. agric. Res, China) 31(3)：220～224 (1982)

緋牡丹仙人掌組織培養之研究[1]

林　瑞　松[2]

摘要：含有 4mg/l 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D) 及 1mg/l 6-furfurylaminopurine (Kinetin) 之 Gamborg[3] 修正配方培養基培養緋牡丹仙人掌 (*Gymnocalycium minansvichii* Var) 的仔球不定芽組織可達到大量繁殖的目的。9,000 lux 之照光有利於 Callus 之形成，黑暗下形成之 Callus 呈白化現象。將 Callus 培養於含有 10 mg/l Naphthalenecetic acid (NAA) 及5 mg/l Kinetin 之 Gamborg 修正配方培養基可誘導器官之分化。

緋牡丹仙人掌，屬雙子葉多年生植物，紅豔可愛，能盛開嬌艷奪目的花朵，最適宜室內盆栽，不論室內戶外或案頭茶几，均可擺設，性耐旱，不需經常澆水管理，對經常處在忙碌生活的人士非常合適，由於喜愛者漸多，故緋牡丹仙人掌成爲國際花卉市場之寵兒，然以自然分球法繁殖無法迎合外銷數量，因此大量快速繁殖方法有加以研究之必要，本研究之目的在研究利用組織培養法大量繁殖緋牡丹仙人掌之可行性。

材料及方法

購自彰化縣田尾鄉花卉專業區之緋牡丹仙人掌 (*Gymnocalycium minansvichii* Var.)，先以1 000 倍萬力 (Benlate) 消毒殺菌浸漬半小時後，栽種於經 70 °C，1 小時蒸氣殺菌之培養土中，成活後進行下列試驗。

一、仔球誘發試驗：

以GA 500 ppm, 1,000 ppm；NAA 5,000 ppm, 10,000 ppm 及水爲對照處理母球，每週噴施一次，經三週後，觀察施用植物荷爾蒙產生仔球情形。

二、癒傷組織之誘導試驗：

將採收前之仙人掌仔球以萬力 1000 倍液，每週噴霧消毒二次二週共計四次，採收後仔球拔去毛刺，浸入 20% Clorox (1% NaClO) 30 分鐘，再以無菌水洗滌，晾乾後，沾着酒精，點火燃燒表面附着球體之酒精，燒燒時間很短，以免傷及生長點，小心剃去殘留絨毛後再以 2.5%雙氧水浸 30秒，以無菌水沖洗。消毒完畢之仙人掌仔球在解剖顯微鏡下擷取不定芽組織，放置於經高壓殺菌後之固態培養基上，以誘導產生癒傷組織。培養基之組成爲 1968 年 Gamborg [3] B_5配方之無機鹽外加 100 mg/l myo-insitol, 0.5 mg/l Nicotinic acid, 0.5 mg/l Pyridoxine • HCl, 0.1 mg/l thiamine • HCl, 30 g/l 蔗糖，1 mg/l Kinetin 及不同濃度之 2, 4-D (表 2)。將接種後之材料置於 25 °C 恆溫下，以 9000 lux 照光或黑暗培養，觀察 Callus 之形成。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1058號

2. 本所園藝系助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

三、Callus 器官分化之誘導：

在 9,000 lux 照光下，使用 B_5 修正配方之半量無機鹽及全量有機鹽，配合表 3 所列不同濃度之 Kinetin 及 NAA，培養由不定芽組織形成之 Callus，調查器官之分化。

結　果

一、仔球誘發試驗

供試之緋牡丹仙人掌母球體直徑 4 ～ 5 公分，其莖部之葉退化成刺狀，刺下簇生白色絨毛，不定芽組織即隱藏其內，噴施 GA 及 NAA 植物荷爾蒙後，約第四週後開始產生仔球，第六週仔球產生數達到最高峰，二種荷爾蒙以 1,000 ppm GA 及5,000 ppm NAA 處理效果較好，10,000 ppm NAA 使用效果不佳，且有藥害。（表 1）

表1. 仙人掌母球經荷爾蒙處理誘導產生仔球平均數

Table 1. The average number of plantlets induced per plant by hormonal treatment*

Treatment		Weeks after treatment				
		2	4	6	8	total
	—ppm—					
GA	1000	0	5	6	3	14
	500	0	2	4	3	9
NAA	1000	0	3	4	3	8
	5000	0	4	6	2	12
CK		0	3	2	1	6

* 20 mother plants for each treatment.

二、癒傷組織之誘導試驗

仙人掌不定芽組織培養三個月後，觀察其癒傷組織產生情形（表 2），顯示在 4 mg/l 2, 4-D, 1mg/l Kinetin 之照光處理有 62% 成功率效果最佳，且誘導後之 Callus 生長良好。4 mg/l 2, 4-D , 1mg/l Kinetin 配方之黑暗處理僅有 28% 形成白化的癒傷組織（圖 1）效果最差，而照光處理之癒傷組織呈綠色（圖 2），8mg/l 2, 4-D 處理所形成之癒傷組織有褐化現象。

表2. 不同 2, 4-D 濃度對緋牡丹仙人掌不定芽組織培養誘導 Callus 形成之效果。

Table 2. The effect of 2, 4-D concentration on callus formation from auxilary bud culture of *Gymnocalycium minansvichii* Var*

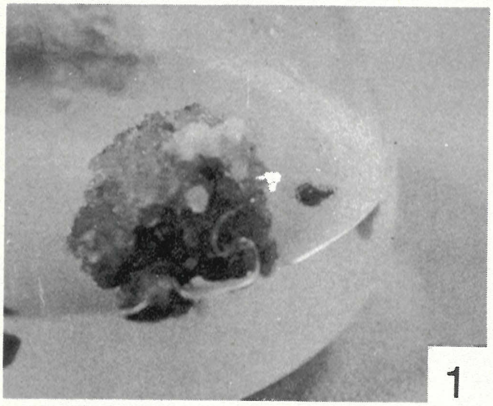
treatment	2, 4-D concentration	No. of cultured	No. of bud concentration	Colli-forming bud No.	—%—
	—mg/l—				
Light (9000 lux)	2	50	4	5	11
	4	50	3	29	62
	6	50	4	21	46
	8	50	4	19	41
	10	50	3	14	30

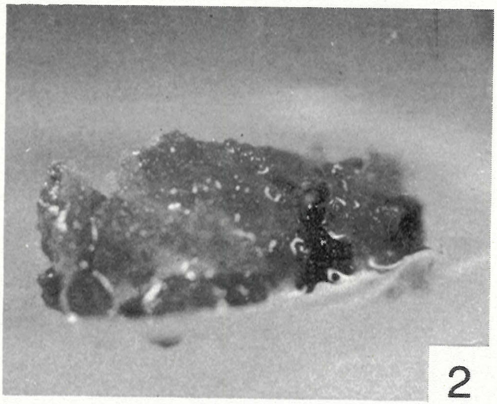
	2	50	5	3	7
	4	50	4	13	28
Dark	6	50	3	9	19
	8	50	3	7	15
	10	50	4	5	11

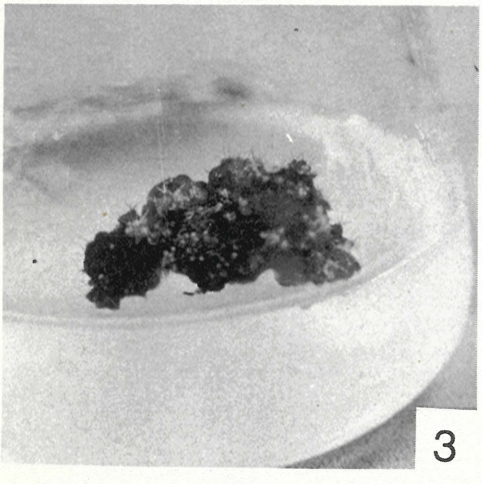
*Basal medium : Gamborg B_5 modified medium supplemented with 1mg/l kinetin.

三、癒傷組織器官分化之誘導

表3結果顯示，含有 5 mg/l Kinetin 及 10 mg/l NAA 之 B_5 修正配方培養基對誘導器官分化效果最佳（圖3）成功率可達80%。由癒傷組織誘導發育成球體直徑2公分左右，需時3個月（圖4）。


1


2


3

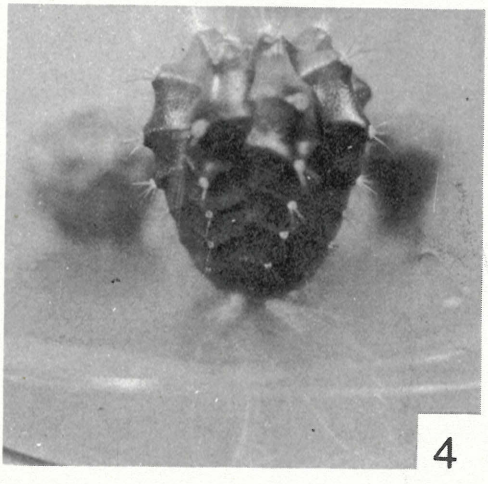

4

圖1. 在黑暗處理下，緋牡丹仙人掌不定芽組織所誘導出之癒傷組織呈白化現象。
Fig. 1. Albino calli indued from red cactus(*Gymnocalycium minansvichii* Var.)auxilary bud cultured in dark.
圖2. 在 9000 lux 光强下，緋牡丹仙人掌不定芽組織所誘導之綠色癒傷組織。
Fig. 2. Normal green calli induced from red cactus auxilary bud tissue cultured in 9000 lux light.
圖3. 癒傷組織經1～2個月繼代培養後誘導器官形成之情形
Fig. 3. Organogenesis in red cactus calli subcultured for 1-2 months.
圖4. 由組織培養發育而成健旺之仙人掌仔球
Fig . Well developed red cactus plantlet from *in vitro* culture.

表3. 植物荷爾蒙對仙人掌癒傷組織器官形成效果

Table 3. The effect of plant hormones on organformation of catus callus

Plant regulator Concentration		No. of callus culture	organformation					
			Shoot-forming callus		root-forming callus		Spine-forming callus	
NAA	Kintetin							
—mg/l—	—mg/l—		No.	—%—	No.	—%—	No.	—%—
2	2	200	150	75	60	30	130	65
5	5	200	160	80	70	35	150	75
5	10	200	166	83	76	38	160	80
10	5	200	174	87	170	85	174	87

討　論

1957 年 Witter *et al* [14] 及 1955 年 Rappaport *et al* [11] 以激勃素（GA）處理更馬鈴薯塊莖萌芽，認爲塊莖內植物荷爾蒙的 GA 含量與其他荷爾蒙的制衡作用可促進塊莖芽的萌發。本試驗發現施用 1,000 ppm GA 或 5,000 ppm NAA 對仙人掌仔球產生的效果良好。證明此二種植物荷爾蒙對緋牡丹仙人掌球體（莖發育而成）之芽球萌發具有誘導的作用。

生長點分生組織培養成功的例子很多，如蘭科植物中東亞蘭，嘉德利亞蘭、石斛蘭等。[1,9] 仙人掌類植物絨毛與刺最易藏汚納垢，雜菌叢生，在消毒手續上頗費周章。因此在仙人掌組織培養研究報告中，幾乎都提及汚染率太高的問題。由於仔球之分生能力强且雜菌汚染較少，故利用仔球爲組織培養材料以減少汚染率。仙人掌之外表及內部表皮層之病原菌無法以表面消毒達到根除無菌境界，作者曾嚐試多種藥劑如次氯酸鈉、雙氧水、Clorox之消毒試藥其中以雙氧水藥效最佳。1957 年 King [6] 首先以 White's medium 修正配方，添加 2, 4-D 及椰子汁從事仙人掌組織培養研究，誘導得癒傷組織。1962 年 Steinhart [13] 以 *Trichocerus spachianus* 之莖部分生組織從事組織培養研究，誘導得癒傷組織。

本試驗材料取自經荷爾蒙處理刺激誘導產生之仔球，由於栽植在蒸氣消毒過之培養土，預措消毒完全，在採入實驗室後，經一系列消毒手續，並以火焰燒去絨毛，故汚染率降低至 10% 左右。

取自仔球的不定芽組織置於培養基上，經 1 個半月即有癒傷組織產生。照光處理與暗處理間之差異很大；顯示光源在誘導仙人掌之癒傷組織是重要的。在 8mg/l 2, 4-D 培養基上之癒傷組織有褐化現象且形成率較 4 mg/l 2, 4-D 相差甚多，依 1974 年 Minocha [8] 報告以 *Neomammillaria profilera* Miller（仙人掌之一種）所誘導得之癒傷組織在增殖時，高濃度之 2, 4-D 對癒傷組織的生長具有毒害作用，因此本試驗中 2, 4-D 濃度，8 mg/l 比 4 mg/l 之效果差，且有褐化現象與 Minocha [8] 之結果相同。

早期的研究報告已證明器官形成的調節機制在於 auxin 與 Cytokinin 之制衡 [2,10,12]，仙人掌行試管內培養之研究已有 7 種不同的植物荷爾蒙及不同濃度（由 0 到 100mg/l）[7,13] 被嚐試過，其器官形成之有效植物荷爾蒙爲 auxin 類的 NAA 及 IBA　Cytokinin 類的 Kinetin 及 6-benzylaminopurine（BA），本試驗結果緋牡丹仙人掌器官形成之植物荷爾蒙 NAA 在 2 mg/l 濃度下，即可誘導 75% 球體莖的產生。1979 年 Johnson [5] 以 *Mammillaria elongata* 仙人掌試驗結果在 auxin : cytokinin 之比例相等時可誘導球莖產體的生，本試驗結果與其相同，但是在培養基無法誘導健旺的根羣。5 mg/l Kinetin 及 10mg/l NAA 之培養基上則能誘導健旺的根羣。James [4] 1975 年報導 NAA 量高於 GA 可以促進 *Opunta polcantha* 根部的形成，顯然根之器官形成，auxin 含

量需高於 Cytokinin 含量。

由癒傷組織誘導至莖部長大為直徑 2 公分大小費時 3 個月，原本母球為緋紅色，可是誘導長出之球體却呈現綠色。再經 1 個月，球體莖頂部漸顯出紅褐色，細胞色素由葉綠素轉換至胡蘿蔔素，是否可進一步改良培養基成分而使色澤更臻理想，值得進一步探討。

引 用 文 獻

1. Arditt, J. 1979. Orchid Biology. Comstock Publishing Associates. 309 pp.
2. Chen, R. H. and A. W. Galston. 1965. Organ formation in pelargonius tissue culture. Amer. J. Bot. 52 : 614.
3. Gamborg, O. L., R. A. Miller and K. Ojiima. 1963. Nutrient requirement of suspennsion cultures of soybean root cells Res. 50 : 151-158.
4. James, D. and Halperin. 1975. Hormonal control of organogensis in *Opuntia polyacantha* (Cactaceae). Amer. J. Bot. 62 (8) : 869-877.
5. Johson, J. L. and E. R. Emino. 1979. In Vitro propagation of *Mammillaria elongata*. Hort Sci. 14 (5) : 605-606.
6. King, K. M. 1957. Studies on the tissue culture of cacti. Cactus and Succulent J. 29 : 102-104.
7. Mauseth, J. D. 1977. Cactus tissue culture : a potential method of propagation. Catus and Succulent J. 49 : 80-81.
8. Minocha, S. C. and P. N. Mehra. 1974. Nutrition and morphogenetical investigagation on callus cultures of *Noemammilaria proliferera* Miller. (Cactaceae). Amer. J. Bot. 61 : 168-173.
9. Murashige, T. 1974. Plant propagation through tissue culture, Ann. Rev. Plant Physiol. 25 : 135-166.
10. Pillai, S. K. and A. C. Hilderbrandt. 1969. Induced differentiation of geranium plants from undifferentiated callus *in vitro*. Amer. J. Bot. 56 : 52-53.
11. Rappaport, L. S., Goldschimidt, M. Clegg and O. E. Smith. 1965. Regulation of bud rest in tubers potato. Plant Cell Physiol. 6 : 587-600.
12. Skoog, F. and C. O. Miller. 1957. Chemical regulation of growth and organ formation inplant tissue cultured *in vitro*. Symp. Soc. Expt. Biol. 11 : 118-131.
13. Steinhart, C. E. 1962. Tissue culture of a cactus. Science 137 : 545-546.
14. Witter, S. H. and M. J. Bukovac. 1958. The effect of gibberellin on economic crops. Econ. Bot. 12 : 213-225.

Studies on Tissue Culture of Cactus (*Gymnocalycium minansvichii* Var.)

Ruey-Song Lin

Summary

Mass In Vitro propagation of red cactus(*Gymnocalycium minansvichii* Var.)can be achieved by culturing auxilary bud of plantlets on modified Gamborg medium containing 4 mg/l 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid(2, 4-D)and 1 mg/l furfurylaminopurine (Kinetin). Light treatment 9,000 lux in intensity promoted more callus formed. Calli formed in dark showed albinism. Modified Gamborg medium used for organogenesis contains 10mg/l naphthaleneacetic acid (NAA) and 5mg/l kinetin.

---

1. Contribution No. 1058 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Horticulturist, Department of Horticulture, TARI, Wu-feng, Taichung Hsien, Taiwan 431, R. O. C.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 31(3)：225～234 (1982)

水田滿江紅 *Azolla pinnata* 研究

Ⅱ. 土壤與肥料因子對滿江紅生長之影響[1]

李啓彰、林錫錦、林家棻[2]

摘要：本省常用化學肥料中，除硫銨 ammonium sulfate 外，尿素 urea 、臺肥複合肥料1號及4號 Taiwan comound Fertilizer No. 1 and No. 4 在 N 54kg/ha 用量下都會殺死滿江紅。尿素在 N 15kg/ha 及 N 54kg/ha 用量下雖不殺死滿江紅，但仍明顯抑制其生長。不同陰離子型銨鹽中在N 45kg/ha下，醋酸銨 ammonium aceate、碳酸銨ammonium carbonate及檸檬酸銨ammonium citrate 對滿江紅都有致死作用，但是硝酸銨 ammonium nitrate 及氯化銨 ammonium chloride 有助滿江紅生長。

在培養液內，滿江紅之固氮活性並不因溶液內氮濃度高低而有所不同。但土壤加水之水面上，滿江紅固氮受硫銨用量之影響甚大，在 N 18kg/ha, N 36kg/ha 及 N 54kg/ha 之用量下都明顯抑制了滿江紅的固氮作用，不過添加過磷酸石灰對滿江紅固氮力之恢復會有幫助。

在不施肥情況下，一般酸性土壤加水之水面上培養滿江紅之效果較鹼性土壤者爲佳 ，施 P_2O_5 15kg/ha 後情形亦同 。 酸性土壤中又以酸性粘板岩冲積土最能反應磷肥效應。水深亦影響磷肥效用。就滿江紅生長情形而言，磷肥表施後土壤表面上水深以 3～5cm 爲宜。

田間養殖時氮、磷、鉀三種要素中，以磷肥對滿江紅之效應最顯著。只要有磷肥之處理滿江紅產量都佳。不施用磷肥者產量低，且含氮量亦低。

生物固氮實際應用主要瓶頸之一是固氮酵素在施用化學氮肥後活性降低，甚至完全被抑制[4,5]。滿江紅之特點是能與水稻共作[1,6,10,11]。但考慮到共作系統中施用少量化學氮肥以維持水稻產量之必要性，則各種化學氮肥對滿江紅生長及其固氮活性之影響爲何必先加以瞭解而後使用，方可以確保共作系統之成功。本研究乃針對本省常用化學氮肥對滿江紅生長之影響予以瞭解，找出可適用於共作系統之化學氮肥種類，進一步對這類化學氮肥對滿江紅固氮力影響之情形予以探討，以期減少不利滿江紅固氮活性之程度至最低點。

材料與方法

一、不同化學氮肥對滿江紅生長之影響：本試驗選用之化學氮肥計有硫酸銨ammonium sulfate 、磷酸一銨 ammonium phosphate (monobasic) 、尿素 urea 、臺肥複合肥料1號 Taiwan compound Fertilizer No. 1、臺肥複合肥料4號 Taiwan compound Fertilizer No. 4 等五種，各種肥料用量皆爲N 54kg/ha 。供試土壤爲農試所7號圃場表土，其各項性狀如表1。將上述土壤每5公斤裝於 35×28cm 之四方塑膠盆內，供試肥料表施後再加水使維持 3cm 水深，最後每盆放入鮮重 4g 之滿江紅。各肥料處理3重複，並以不加肥料者爲對照，6處理3重複共18盆，於溫室內培

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第1059號。本研究承農發會慕華基金補助，特誌感謝。

2.本所農業化學系助理研究員、約聘技師、研究員兼系主任。

養（溫度24c～32°c）於第5、10及15天稱取滿江紅之鮮重。

表1. 農試所7號圃場表土化學性分析

Table 1 : Some chemical properties of the soil of plot No. 7, TARI farm*

Texture	pH	organic matter (%)	available P (ppm)	available K (ppm)
Loam	6.1	1.13	27	92

*Soil characters were analized by the Soil Fertility laboratory, TARI

二、尿素使用量對滿江紅生長之影響：方法及接種量同試驗一，尿素使用量爲N 5kg/ha, N 15 kg/ha及 N 45kg/ha ，另以不加尿素者當對照。接種後第6及第14天稱取各盆鮮重。

三、不同陰離子銨鹽對滿江紅生長之影響：土壤之性狀同試驗（一）。各種氮肥用量皆爲 N 45 kg/ha ，選用銨鹽爲硝酸銨 ammonium nitrate 氯化銨 ammonium chloride 、醋酸銨 ammonium acetate 檸檬酸銨 ammonium citrate 等5種，滿江紅接種量亦爲每盆鮮重 4g ，接種後第5天及第12天稱取各盆鮮重。

四、培養液中不同濃度硝酸態氮對滿江紅固氮作用之影響：0.3g滿江紅培養於不同濃度硝酸態氮之 Tollens 培養液[1]內，培養液之氮源以 KNO_3 及 $Ca(NO_3)_2$ 配成 15.00、75.00、153.00 及 306.00ppm 5 種不同氮濃度，各濃度處理3重複。 9000 lux 下培養3天後以乙炔還原法測定其固氮力[1]並量取各處理鮮重。

五、田土施用硫酸銨及過磷酸石灰後對滿江紅固氮力之影響：本試驗氮肥用量爲 N 54kg／ha, N 36kg／ha 及 N 18kg／ha 以硫酸銨使用。磷肥用量爲 P_2O_5, 80kg／ha, 40kg／ha, 及20kg／ha 以過磷酸石灰使用。供試土壤之化學性質如表1.試驗之各處理分別爲：

1.不同用量之氮肥拌入 750g 田土內，置於直徑 12cm 之塑膠燒杯內，加水至4－5公分高，0.5g 鮮重之滿江紅。

2.同（1），但氮肥表施土面。

3.只用磷肥，拌施、餘同（1）。

4.只用磷肥，表施、餘同（1）。

5.不同用量之氮肥與不同用量之磷肥混合後拌施、餘同（1）。

6.不同用量之氮肥與不同用量之磷肥混合後表施、餘同（1）。

7.對照，即不加任何化學氮肥與化學磷肥。

以上各處理每處理3重複， 0.5g 滿江紅接種後第 1、3、5、7、9、13及21 天將全部滿江紅與 500cc 土水倒入容積 680ml 點滴瓶內，再測定各瓶之固氮力[1]。並於21天時稱取各杯中滿江紅鮮重。

六、不同土壤對滿江紅生長之影響：本試驗供試各種土壤及其性狀示於表 2.[2]，取各種土壤分別裝於25×21cm之四方盆中，每盆 2kg 分施用磷肥 P_2O_5 15kg／ha 及不施用磷肥二處理，除磷肥外不施其他肥料。滿江紅接種量每盆 4g ，水深維持在 3cm 左右，接種後第10天及第20天稱取各盆鮮重，並於第20天採取滿江紅樣品測定其含氮量。

七、不同水深對滿江紅生長之影響：供試土壤同試驗六之酸性粘板岩沖積土，磷肥表施，用量爲 P_2O_5 15kg/ha 。水深處理爲土面上 1cm, 3cm 及 6cm ，每處理3重複，滿江紅接種量爲鮮重 4g 。接種後第7及14天稱取各盆鮮重。並取第14天之滿江紅樣品測定其含氮量。

八、氮磷鉀肥對滿江紅產量之影響：本試驗於農試所25號圃場進行。其土壤性質如表3。試驗內含5處理，每處理3重複，計15小區，每小區面積 5×3m。滿江紅接種量爲 50g/m² 。各肥料

表2. 供試土壤之一般分析

Table 2 : Analysis of the selected soils*

Soils	pH	Texture	Total N (%)	Organic matter (%)
Red Earth	5.2	SiL	0.12	2.28
Sandstone and Shale alluvial Soil	5.9	SicL	0.14	2.42
Sandstone and Shale Alluvial Soil	7.5	SL	0.06	0.89
Slate Alluvial Soil	5.4	SiL	0.12	2.04
Slate Alluvial Soil	7.5	SciL	0.13	1.79
Schist Alluvial Soil	5.8	SciL	0.10	1.43
Schist Alluvial Soil	7.6	SiL	0.05	1.01

*Data was supplied by Lin etc. (1973)

表3. 農試所25號圃場表土化學性質分析

Table 3 : Some chemical properties of the soil of plot No. 25, TARI farm*

Texture	pH	organic matter (%)	available P (ppm)	available K (ppm)
SiL	5.1	1.33	8	37

*Soil characters were analized by the Soil Fertility Laboratory, TARI

處理如下：

1. 氮磷鉀區：在滿江紅接種前將氮肥（N 15kg/ha，以硫酸銨使用），磷肥（P_2O_5 15kg/ha，以過磷酸石灰使用），鉀肥（K_2O 15kg/ha，以氯化鉀使用）悉數表施土面。滿江紅於接種後第15及30天稱取全部鮮重，並取樣測定其含氮率，以估計全部含氮量若干。
2. 缺氮區：方法與調查項目同（1），但僅施磷鉀肥。
3. 缺磷區：方法與調查項目同（1），但僅施氮鉀肥。
4. 缺鉀區：方法與調查項目同（1），但僅施氮磷肥。
5. 對照區：方法與調查項目同（1），但不施任何肥料。

結　　果

一、化學氮肥及不同陰離子銨鹽對滿江紅生長之影響：就表 4 結果而言，在 N 54kg/ha 用量下

本省常用之化學氮肥中，只有硫酸銨對滿江紅沒有致死的情形。臺肥公司出產之複合肥料臺肥 1 號及 4 號皆發現對滿江紅生長有不利之影響，尿素對滿江紅毒害作用亦強，雖經降低使用濃度至 N 15kg/ha 及 N 5kg/ha 仍明顯抑制滿江紅生長（表 5）。另以不同陰離子銨鹽在 N 45kg/ha 用量下試驗結果，亦發現只有硝酸銨及氯化銨不妨礙滿江紅生長。其餘醋酸銨、檸檬酸銨及碳酸銨都會殺死滿江紅（表 6）。

表4. 不同化學氮肥對滿江紅生長之影響

Table 4: Effects of nitrogen fertilizers on the growth of the azolla

Fertilizers (N 54kg/ha.)	0 day	Yields(fresh weight, g*) 5 days	10 days	15 days
Ammonium phosphate monobasic	4	16.7	42.0	79.7
Ammonium sulfate	4	14.0	29.3	64.3
Taiwan fertilizer No. 1 (compound)	4	—**	—	—
Taiwan fertilizer No. 4 (Compound)	4	—	—	—
Urea	4	—	—	—
Check	4	19.3	30.3	46.7

*per pot (35×28cm)

**death of azolla

表5. 不同尿素用量對滿江紅生長之影響

Table 5: Effects of rates of urea on the growth of the azolla

Rates of application (N kg/ha)	0 day	Yields (fresh weight, g*) 6 days	14 days
0	4	18.2	42.0
5	4	11.8	19.3
15	4	12.0	17.3
45	4	—**	—

*per pot (35×28cm)

**death of azolla

表6. 不同陰離子型銨對滿江紅生長之影響

Table 6; Effects of different anion of ammonium salts on the growth of the azolla

Ammonium salts (N 45kg/ha)		Yields (fresh weight, g*) 0 day	5 days	12 days
Amonium nitrate	(NH_4NO_3)	4	13.7	33.2
Amonium chloride	(NH_4Cl)	4	11.3	33.3
Amonium acetate	(CH_3COONH_4)	4	5.0	9.8
Amonium carbonate	($(NH_4)_2CO_3$)	4	—**	—
Amonium citrate	($(NH_4)_2C_6H_5O_7$)	4	—	—

*per pot (35×28cm)

**death of azolla

二、硝酸態氮濃度對滿江紅固氮活性之影響：表７數據顯示，在高濃度硝酸態氮存在的情形下，滿江紅之固氮活性仍與無氮處理者相似。因此，培養液內添加硝酸態氮並不影響滿江紅之固氮活性。並且添加硝酸態氮之各處理鮮重增加量要比無氮者高（表７）。

表7. 不同濃度硝酸態氮對滿江紅生長及固氮力之影響

Table 7: Effects of nitrate-N concentrations on the fresh weight yield and N_2-fixing ability of the azolla

Conc. of Nitrate-N (ppm)	Yields (fresh weight, g) 0 day	3 days	N_2-fixing ability (n mole C_2H_4/0.1g fw/hr.) 0 day	3 days
0.0	0.3	0.52	89	92
15.0	0.3	0.73	95	101
76.0	0.3	0.75	82	99
153.0	0.3	0.70	85	101
306.0	0.3	0.60	85	98

三、施用硫酸銨及過磷酸石灰對滿江紅生長及固氮活性之影響：圖1.顯示，使用硫酸銨後滿江紅的固氮力明顯的降低，且硫酸銨用量愈多抑制作用愈强。不過若以過磷酸石灰與硫酸銨一起施用，則滿江紅之固氮力可以獲得明顯的改進。尤其以 N 18kg/ha 之硫酸銨配合 P_2O_5 20—40kg/ha 之過磷酸石灰使用對滿江紅之固氮力及鮮重增力率幫助最大（圖2.表8.）。

四、不同土壤與不同水深對滿江紅生長之影響：由表9.中得知不施磷肥情況下培養於酸性土壤之水面上者之滿江紅要比培養於鹹性土壤的水面上者爲好。施用磷肥後結果亦同。而酸性土壤中又以酸性粘板岩冲積土上之滿江紅對磷肥之反應最佳。所培養出之滿江紅不但鮮重增加最多，而且體內含氮量亦較培養於其他土壤者爲高。水深亦影響磷肥效應，在磷肥表施土面後加水至土面上 3cm之深爲高最能顯示出磷肥效應（表10）。

五、氮、磷、鉀肥對滿江紅生長之影響：田間養殖滿江紅時磷肥效大於氮肥及鉀肥。只施用磷鉀肥或磷氮肥都有相當好的產量。缺少磷肥時滿江紅生長最差、而且株體變黃、含氮量降低（表１）。氮磷鉀肥配合使用可使滿江紅產量達到最高。

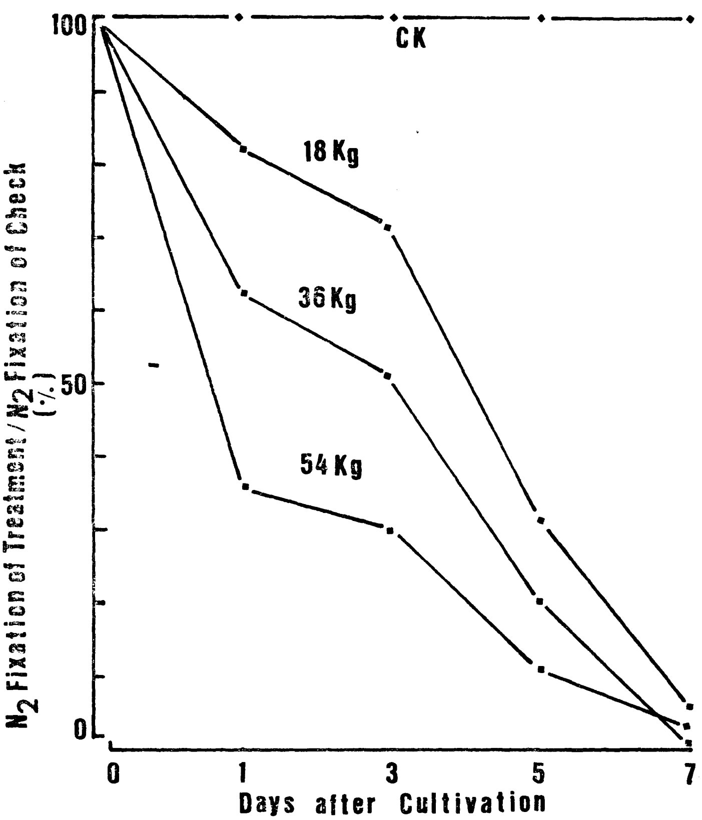


Fig. 1 : Effects of ammonium sulfate on the N_2-fixing ability of the azolla
圖1. 硫酸銨對滿江紅固氮力之影響

表8. 不同硫酸銨及過磷酸石灰用量對滿江紅鮮重產量之影響

Table 8 : Effects of ammonium sulfate and superphosphate on the fresh weight yield of the azolla (inoculum : 0.5g, growth period : 21 days)

	rates of P_2O_5							
	80		40		20		0	
rates of N	S*	I**	S	I	S	I	S	I
54	3.1***	4.0	7.1	6.9	4.2	4.2	4.2	4.2
36	4.9	5.5	9.2	8.5	7.4	6.7	5.7	7.1
18	6.6	5.5	9.3	8.7	8.2	7.7	5.1	7.0
0	5.0	5.0	7.6	8.2	9.5	8.6	4.9	(check)

* : fertilizers were applied superficiallly on the soil
** : fertilizers were incorporated into the soil
*** : fresh weight of azolla, gram

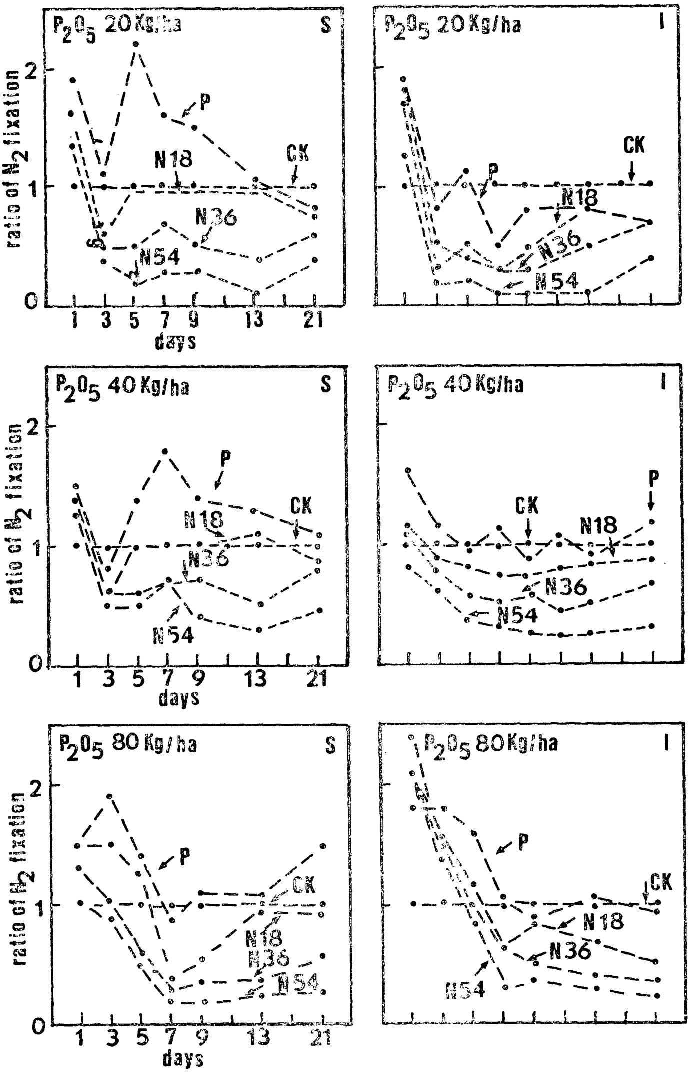


Fig. 2 : Effects of ammonium sulfate and superphosphate on the N_2-fixing ability of the azolla, S. fertilizers were applied superficially on the soil, I. fertilizers were incoporated into the soil, ratio of N_2 fixation : N_2 fixation of fertilizer treatment /N_2 fixation of Check, Check as 1

圖2. 硫酸銨與過磷酸石灰對滿江紅固氮力之影響，S：肥料表施，I：肥料拌施，固氮力比值：肥料處理之固氮力／對照之固氮力，對照者以 1 表示。

表9. 不同田土性狀對滿江紅生長之影響

Table 9 : Effects of soil characters on the growth of *Azolla pinnata* on different soils

Soils	pH	Yields (fresh weight, g) 0 day +p**	0 day −p	10 days +p	10 days −p	20 days +p	20 days −p	N%* 20 days +p	N%* 20 days −p
RE	5.9	4.0	4.0	8.4	9.0	19.5	11.0	2.52	—
SLa	6.3	4.0	4.0	14.0	9.3	51.3	9.8	3.94	—
SLb	7.6	4.0	4.0	4.8	9.3	2.5	9.0	1.81	—
SCa	5.9	4.0	4.0	8.4	14.0	13.9	17.0	2.10	—
SCb	7.5	4.0	4.0	10.0	11.0	15.2	13.6	2.06	—
SSa	6.6	4.0	4.0	8.1	6.6	18.6	6.4	3.05	—
SSb	7.1	4.0	4.0	11.5	9.7	13.3	10.8	1.96	—

*dry weight basis
**P_2O_5 15kg/ha.

表10. 不同水深對滿江紅生長之影響

Table 10 : Effects of water depth on the growth of azolla

Water depth (cm)	Yields (fresh weight. g) 0 day	7 days	14 days	N%* 14 days
1	4	19.2	41	3.05
3	4	30.1	56	4.07
6	4	31.4	58	3.34

*on dry weight basis

表11. 田間養殖時，氮、磷、鉀肥對滿紅江生長之影響

Table 11 : Effects of N. P. K. on the cultivation of azolla, initial inocolum : 500 kg/ha.

Fertilizer 1/	Yields (fresh weight, g) 15 days f w 2/	15 days % N 3/	15 days t N 4/	30 days f w	30 days % N	30 days t N
N+P+K	8,867	0.304	27.0	13,340	0.268	35.8
P+K	7,804	0.264	20.6	11,939	0.243	29.0
N+P	6,400	0.290	18.6	10,872	0.220	23.7
N+K	2,401	0.208	5.0	2,401	0.173	4.2
Check	3,869	0.224	8.7	3,335	0.141	4.7

1/N 15kg/ha, P_2O_5 15kg/ha. K_2O 15kg/ha.
2/ fresh weight, kg/ha.
3/ on fresh weight basis
4/ total nitrogen estimated, kg/ha. (serionsly infected by pest between 15 and 30 days)

討　論

一般生物性固氮材料並不適合與化學氮肥一起施用[4,5]，而有關滿江紅的研究中亦曾報導化學氮肥會使滿江紅生長情形變差[3,10]。本文中發現目前本省常用的化學氮肥太多不利於滿江紅生長。不過硫酸銨對滿江紅之影響要比其他者來得輕，而且若在 N 18kg/ha 用量以下，配合 P_2O_5 20kg/ha 至 40kg/ha 之過磷酸石灰使用，則不但不影響滿江紅之固氮力，甚至對滿江紅鮮重之增加還能有所幫助（表 8 . 圖 2 .）。因此日後滿江紅與水稻之共作系統中若須施用化學氮肥時，可以每次以 N 18 kg/ha 之硫酸銨配合 P_2O_5 20kg/ha 至 40kg/ha 之過磷酸石灰一起施用，來保持滿江紅生物固氮功能。另外，供試 5 種不同陰離子銨中除硝酸銨及氯化銨外，其他三種對滿江紅都有致死情形，因此化學氮肥對滿江紅致死作用可能與其陰離子有較大的關係，而非氨本身。

在培養液的情況下添加硝酸態氮並不影響滿江紅固氮活性[9]（表 7 ）此點與化學氮肥會影響滿江紅生長與固氮活性之結果完全相反（圖1—2）。其原因爲何尚不可知，但可能是培養液內添加有磷，減少了氮素之抑制作用。其情形就如過磷酸石灰與硫酸銨一同使用可以減少硫酸銨對滿江紅之毒性與抑制力一樣。

不同性狀土壤不但影響滿江紅之生長，而且也影響滿江紅對磷肥之反應。Singh[10] 與 Tuan[11] 皆報告過滿江紅（Azolla）在酸性土壤中生長情形要比鹼性土壤者佳。本文所用Azolla pinnata 最適 PH 範圍在 5.5左右[1]。其對不同性狀土壤之反應中亦發現偏好酸性土壤。而在加施磷肥後發現滿江紅在酸性粘板岩冲積土中對磷肥反應最佳。而在鹼性粘岩冲積土中對磷肥反應最差。甚至有類似毒害的情形發生（表 9 ）

就實驗結果及工作經驗而言，水深亦影響滿江紅生長甚鉅。表10中指出在酸性粘岩冲積土之情況下，3 公分以上的土水方能使滿江紅反應出最好的磷肥效用。而以田間實際養殖之情形而言，若水深不足以使滿江紅飄浮，則滿江紅之生長速率甚慢，無法在同一期間內達到一般飄浮情形時滿江紅之鮮重量。因而會嚴重影響田間養殖試驗之結果。

田間養殖滿江紅最主要的肥料是磷肥，其適當用量在 P_2O_5 7.5kg/ha～15kg/ha 間[7,8,10,11]。本文之滿江紅在 P_2O_5 15kg/ha 下還有著相當好的產量。氮肥配合磷肥使用稍可提高滿江紅產量，與室內實驗之結果相似。但提高的產量有限，似不經濟。而且氮肥經常使用時會促進其他雜草生長，造成不利滿江紅之情形。因此就滿江紅養殖而言，可不必添加。

引 用 文 獻

1. 李啓彰、林錫錦、林家棻1981水田滿江紅 Azolla pinnata 之研究 1.環境因子對滿江紅生長之影響。中華農業研究30(4)：405-411。
2. 林家棻、張愛華、曾肇清（1973）。臺灣主要土壤含氮狀況與其供應情形，農業研究22：186—203。
3. Becking, J. H. 1979. Enviromental requirements of azolla for use in tropical rice production. In Nitrogen and Rice p. 345-373. IRRI
4. Edwards, D. G. 1975. Nutritional factors limiting nitrogen fixed by Rhizobia. In Biological Nitrogen Fixation in Farm Systems of the Tropics Ed. A. Ayanaba and P. J. Dart p. 189-204
5. Kafer, N. 1975. Non-symbiotic nitrogen fixation in tropical humid soils, with particular reference to Nigeria. In Biological Nitrogen Fixation in Farm Systems of the Tropics Ed. A. Ayanaba and P. J. Dart p. 267-272
6. Moore, A. W. 1969. Azolla, Biology and Agronomic Significance. Bot. Rev. 35：17-34
7. IRRI. 1976. Annual report for 1976. p. 232-233
8. IRRI. 1977. Annual report for 1977. p. 287-288

9. Peters, G. A., W. R. Evans, and R. E. Tori, Jr. 1976. Azolla-Anabaena azolla relationship IV. Photosynthetically driven, nitrogenase-catalyzed H_2 production. Plant Physiol. 58 : 119-126
10. Singh, P. k. 1979. Use of azolla in rice production in India. In Nitrogen and Rice p. 407-418. IRRI
11. Tuan, D. T. and T. Q. Thuyet. 1979. Use of azolla in rice production in Vietnam In Nitrogen and Rice p. 395-405. IRRI

The Use of *Azolla Pinnata* in Rice Paddies

II. The Influences of Soil and Chemical Fertilizers on the Growth of Azolla[1]

C. C. Lee, C. J. Lin and C. F. Lin[2]

Summary

At the rate of N 54kg/ha, urea, Taiwan compound fertilizer No. 1 and Taiwan compound fertilizer No. 4 killed the azolla, but ammonium sulfate did not. Low rates of urea, i. e. N 15 and N 5kg/ha, retarted the growth of the azolla. At the rate of N 45 kg/ha of ammonium acetate, ammonium carbonate and ammonium nitrate, the azolla was killed also, but ammonium chloride and ammonium nitrate were helpful for the growth of the azolla.

The nitrogenase activity of the azolla was hardly influenced either by the high or the low concentrations of nitrate nitrogen in Tollen's solution, but was seriously inhibited by the application of ammonium sulfate at the rates of N 18, N 36 and N 54 kg/ha. The addition of superphosphate was helpful for the recovery of azolla's nitrogenase activity which was inhibited by ammonium sulfate application.

With and without P addition, the azolla grew more vigoriously in acidic soilwater than in calcareous soil water. The soil water of acidic slate alluvial soil was found to be The most suitable for azolla growth, while the calcareolus slate alluvial soil water was found to be the most unsuitable one. Water depth around 3-5 cm were better than that of 1 cm for the superphosphate application.

The N. P. K. fertility tests in field showed that the P had the dorminant effect among these three elments.

1. Contrbiution No. 1059 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Junior Specialist, Soil Microbiogist, Soil Scientist and Department Head. Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, R. O. C.
3. This research study was supported by a research grant from Council for Agricultural Planning and Development, Taiwan.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 31(3)：235～238 (1982)

細花野牽牛簇葉病之兎絲媒介傳染[1]

楊 一 郎[2]

摘要：細花野牽牛簇葉病係作者於 1977 年在臺南發現之新病害，本病病徵爲花器葉化，異常分蘖叢生，小葉簇生，形成典型帚狀簇葉病徵。本病可經兎絲 (*Cuscuta chinensis*) 媒介傳染而使長春草感染罹病，並顯現花瓣葉化，小蘖叢生黃化及異常分蘖叢生之嚴重叢生型病徵，此項病徵與甘藷簇葉病在長春草顯現之輕型簇葉病徵有極顯著之差異。

細花野牽牛簇葉病 (*Ipomoea obscura* witches' broom) 係作者於 1977 年在臺南發現，本病在國外尚無報告，乃依其花瓣葉化 (phyllody) 及簇葉叢生病徵稱謂細花野牽牛簇葉病，本病普遍發生於本省中南部，爲一種簇葉萎黃型病害 (1,2,4,5,9)。關於兎絲媒介傳染植物病害，自 1940 年以來，多數學者報告應用 *Cuscuta subinclusa, C. campestris, C. reflex, C. australis*等兎絲媒介傳染植物病毒或萎黃病害 (6,7,8,9)，作者亦報告 *C. chinensis* 媒介傳染甘藷簇葉病 (2,3)，兎絲可應用爲植物萎黃病之良好傳染媒介 (3,7,8,9)。本報告在研究細花野牽牛簇葉病之兎絲媒介傳染及在長春草形成之病徵特徵並與甘藷簇葉病比較其差懷，藉供探究植物萎黃病害之參考。

材料及方法

以兎絲 *Cuscuta chinensis* Lam. 之實生蔓爲供試媒介、長春草 (*Vinca rosea*) 之實生健苗爲供試植物及細花野牽牛簇葉病株爲接種源。以上述健全兎絲蔓，分別捲着 (twining) 寄生聯接 (parasitizing connection) 在供試長春草健苗與接種源病株之分蘖，維持其媒介寄生聯接達 4—5 週後，剪除媒介兎絲。另以無接種源之健全兎絲寄生之長春爲對照，觀察其兎絲媒介傳染結果、供試植物罹病率及病徵，並與甘藷簇葉病之兎絲媒介傳染結果比較其差異。

結果及討論

一、病徵說明：

細花野牽牛簇葉病之典型病徵爲花器葉化，並由葉化花長出細葉之帚狀異常分蘖，病株節間縮短，各節叢生異常分蘖，其葉片細小而黃化，形成嚴重型叢生萎黃病徵 (圖 1、A, B)，病株易於黃化枯死且不能結實。

二、兎絲媒介傳染：

以兎絲 *C. chinensis* 爲媒介，以長春草健苗爲供試植物、細花野牽牛簇葉病病株爲接種源，進行兎絲媒介傳染試驗，並與甘藷簇葉病之兎絲媒介傳染結果比較其差異，其結果如次表。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第1060號。本研究承行政院國家科學委員會補助，並承臺大蘇鴻基教授及興大陳脉紀教授指導，謹致謝忱。
2. 本所植物病理系副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

表 1. 細花野牽牛簇葉病與甘藷簇葉病之兎絲媒介傳染

Table 1. Transmission of the witches' broom of *Ipomoea obscura* and sweet potato to periwinkle by dodder (*Cuscuta chinensis* Lam.)

接種源 Inoculum	供試植物 Test plants	供試株數 No. of test plants	發病株數 No. of plants developed symptoms	枯株率(%) % of declined plants*	病徵 Symptoms
細花野牽牛簇葉病 *Ipomoea obscura* witches' broom	長春草 *Vinca rosea*	21	9	100	花器葉化，異常分蘖細密而叢生，節間極短，葉片細小而黃化，病株黃化而枯死，嚴重型叢生萎黃病徵。
甘藷簇葉病 Sweet potato witches' broom	長春草 *Vinca rosea*	13	5	6	花器葉化，異常分蘖較稀少且粗長，節間較長，葉片較粗大，輕型簇生病徵。
對照健株 Control	長春草 *Vinca rosea*	15	0	0	無上述病徵，部份枝條因兎絲之寄生而黃化落葉。

* Observed two years after inoculation.

上述結果證實本病爲可經兎絲媒介傳染而使長春草罹病顯現葉化花（圖1、C）及嚴重叢生萎黃病徵（圖1、B）之植物萎黃病，此項病徵與感染甘藷簇葉病之長春草病株顯現之輕型簇生病徵有極顯著之差異（圖1、D, E）。本病在國外尙無報告。作者等已報告本病株組織切片之電子顯微鏡及光學顯微鏡觀察結果證實其篩管細胞內之擬菌質體（Mycolasma-like organism）之存在[1,5]。又作者進行本病與甘藷簇葉病間之交叉反應試驗結果發現二者無交叉保護現象，同時可在單株長春草上展現各自的病徵，由此推測兩者間似無系統關係存在（未發表）。迄今國外被報告之甘藷屬（*Ipomoea* spp.）植物簇葉病僅有甘藷簇葉病一種[3,9]，由上述結果推斷本病可能爲一種異於甘藷簇葉病之新萎黃病，本項研究尙須再做進一步回接及交叉接種試驗。

引用文獻

1. 陳脉紀、曾德賜、楊一郎．1979．細花野牽牛簇葉病之電子顯微鏡觀察．植物保護學會會刊．68年年會論文摘要。
2. 楊一郎．1978．甘藷等三種植物簇葉病之兎絲媒介傳染研究．植物保護學會會刊．67年年會論文摘要。
3. 楊一郎．1979．甘藷簇葉病之兎絲媒介傳染．中華農業研究 28：23—28。
4. 楊一郎．1979．細花野牽牛簇葉病之研究．植物保護學會會刊．68年年會論文摘要。
5. 楊一郎．1982．臺灣數種植物萎黃病的光學顯微鏡觀察．科學發展 10（1）：57—62。
6. Bennette, C. W. 1940. Acquisition and transmission of virus by dodder (*Cuscuta subinclusa*). Phytopath. 30 : 2.
7. Dale, J. L. and K. S. Kkim. 1969. Mycoplasma-like bodies in dodder parasitizing aster yellow infected plants. Phytopath. 59 : 1765-1766.
8. Hibben, G. R. and B. Wolanski. 1971. Dodder transmission of a mycoplasma from ash wiches' broom. Phytopath. 61 : 151-156.
9. Maramorosch, K., R. R. Granados and H. Hirumi. 1970. Mycoplasma diseases of plants and insects. Advan. Virus Res. 16 : 135-193 .

Transmission of *Ipomoea Obscura* Witches'-Broom Agent by Dodder (*Cuscuta chinensis* Lam.)[1]

I-lang Yang[2]

Summary

The *Ipomoea obscura* witches' broom a newly recorded disease, was first recognized in Taiwan in 1977. The diseased plants became conspicuously stunted and showed the bushy appearance with virescence of floral organs, and the abnormal shoots grown from the crowded phylloid flowers. The disease agent could be transmitted from infected *Ipomoea obscura* to healthy periwinkle through the bridge of the plant parasitic dodder *Cuscuta chinensis* Lam. The infected periwinkle developed severe yellows, little leaf and extremely bushy witches' broom symptoms, which were distinctly diffenent from the mild symptoms on periwinkle affected by sweet potato witches' broom.

---

1. Contribution No. 1060 from the Taiwan Agricultural Research Institute and this study was supported by Grant No. NSC-70-0409-B055-03, the National Science Council, Republic of China.

2. Plant Pathologist, Department of Plant Pathology. TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

圖1. 細花野牽牛簇葉病之菟絲（*Cuscuta chinensis* Lam.）媒介傳染結果。

Fig. 1. The results of dodder transmission of *Ipomoea obscura* witches' broom by *Cuscuta chinensis* Lam.

A 細花野牽牛簇葉病病株（a）及健株（b）
Witches' broom on *Ipomoea obscura* (a), and healthy (b).

B. 感染細花野牽牛簇葉病之長春草病株（a）及健株（b）
Periwinkle infected with *Ipomoea obscura* witches' broom (a), and healthy (b).

C. 長春草病株形成之葉化花（a）及健株之正常花（b）
Infected periwinkle induced green flower (a), and healthy with normal flower (b).

D. 感染細花野牽牛簇葉病之長春草病株形成嚴重型叢生病徵（a）及感染甘藷簇葉病之長春草病株形成輕型病徵（b）
Periwinkle infected with *Ipomoea obscura* witches' broom showing severe witches' broom symptom (a), and with sweet potato witches' broom showing mild symptom (b).

E. 長春草感染細花野牽牛簇葉病之病株（a）與感染甘藷簇葉病之病株（b）及健株（c）
Periwinkles infected with *Ipomoea obscura* witches' broom (a), or with sweet potato witches' broom (b) and healthy (c).

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 31(3) : 239～245 (1982)

甘藷病毒 SPV-A 及 SPV-N 消除法之研究[1]

廖嘉信　蔡新聲　盧英權[2]

摘要：試驗目的在研究去除甘藷 SPV-A 及 SPV-N 病毒的有效方法。經以不同的熱療法 (heat therapy) 及化學療法 (chemotherapy) 爲前處理，配合莖頂培養，得知以恆溫 (38°C) 熱處理時，處理期間長短與獲得無病毒苗的百分率間有極顯著的正相關。變溫熱處理 (38°/32°C) 則無顯著效果。莖頂的大小與獲得無病毒苗百分率間呈顯著的負相關，顯示 SPV-A 及 SPV-N 在莖頂呈不均等分佈，即近分生組織部分之病毒濃度較低或尚未分佈至莖頂。10 ppm 之 kinetin 及 100 ppm 之 2-thiouracil 對 SPV-A 及 SPV-N 病毒的去除具有效果。

甘藷毒素病在本省的發生情形，據嘉義農試分所調查田間 320 個甘藷品種的結果，有 280 個品種在生長期間呈現各種不同毒素病病徵 [1]。甘藷爲無性繁殖作物，植株感染系統性毒素病後，產量銳減，根據國外報導，塊根產量損失高達 10～80% [6,12,17]。目前除去罹病株病毒的方法，據前人研究報告有熱療法、化學療法及莖頂或生長點培養法等 [23]，但感染病毒的甘藷若單以前二者處理，有時因病毒的種類或寄主品種不同而難以完全根除 [2,3,7,15]，雖然熱療溫度越高，處理所需時間越短 [9]，但甘藷在 45 °C 以上處理時成活率大幅下降，50 °C 以上則無法忍受。近年來以適當高溫之熱療爲前處理，配合莖頂培養以獲得無病毒株的方法，使多數不易去除的病毒得以根除 [4,14]。本試驗爲探討熱療法及化學療法配合莖頂培養，對甘藷 SPV-A 及 SPV-N 病毒的去除效果，以供爲培育無病毒優良甘藷種苗的參考。

材料及方法

供試甘藷塊根爲取自田間複合感染多種病毒的臺農 63 號，經水洗陰乾後使用，各試驗所用培養基均採用 Murashige 及 Skoog (MS) 之基礎培養基 [18]，添加 thiamine HCl 0.4 mg/l, folic acid/mg/l, indole-3-acetic acid (IAA)/mg/l, 6-furfuryl adenine (kinetin) 0.2 mg/l, gibberellic acid (GA_3) 0.2 mg/l。切取約 1cm 長莖頂，先以 0.5% 次氯酸鈉消毒 10 分鐘，再以無菌水換洗 3 次，在解剖顯微鏡下，以經火焰處理及 70% 酒精冷却除菌之 0.25 mm 皮下注射針尖挑取莖頂，儘速移入培養基表面，切口朝下培養，培養室溫度 25～27 °C，光期 16 小時，光度 1500 Lux。

莖頂培養的前處理：

1.熱療法　(1) 恒溫：光期 16 hr 光度 1500 lux 及暗期 8 hr 溫度均爲 38 °C，(2) 變溫：光期16 hr 光度 1500 lux，溫度爲 38°C，暗期 8 hr 爲 32 °C，(3) 室溫：25～30 °C，光度 2500lux。(1)(2)處理均在植物生長箱內進行，每二週切取 0.8±0.1 mm 大小的莖頂 1 次，進行試管培養。(1)(2)(3)處理在第八週時分別各切取約 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mm 大小的莖頂進行試管培養。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1061號。本研究爲第一作者碩士論文之部分，研究期間蒙行政院國家科學委員會補助經費，稿成後蒙本所劉大江博士斧正，謹此申謝。

2.嘉義分所助理研究員，本所農藝系研究員，國立中興大學農藝系教授。臺灣省嘉義市・臺中縣・臺中市。

2.化學療法：供試藥劑及使用濃度（見表一）。各試劑分別添加於前述改良 MS 基礎培養基中，培養體爲由病株取下的 1cm 長莖頂，培養在各處理中 3 週後，各切取 0.8±0.1mm 大小的莖頂移置於改良 MS 培養基，在 25～27 °C 光期 16 小時，光度 2500 lux 環境下繼續培養。

各試驗所得試管苗在株高 2 cm 以上且根系生長良好時，移置溫室盆植 [10]。

病毒檢定：分別以指示植物 *Chenopodium quinoa* 測定 [11]，其呈陰性反應株，再以 Loverekovich血淸檢定法檢定 [13]。

結　果

一、熱處理時間對甘藷病毒去除的處理效果

以 38 °C 恆溫及 38/32 °C 變溫 2 種前處理之試驗結果，顯示熱處理 12 週期間，38 °C 恆溫獲得無病毒苗的比率與處理時間長短呈極顯著正相關 (r＝0.8749**)，即處理時間越長效果越顯著（圖 1），但以 38/32 °C 變溫爲前處理時，則相關爲不顯著 (r＝0.6058)（圖 2），即變溫對 SPV-A

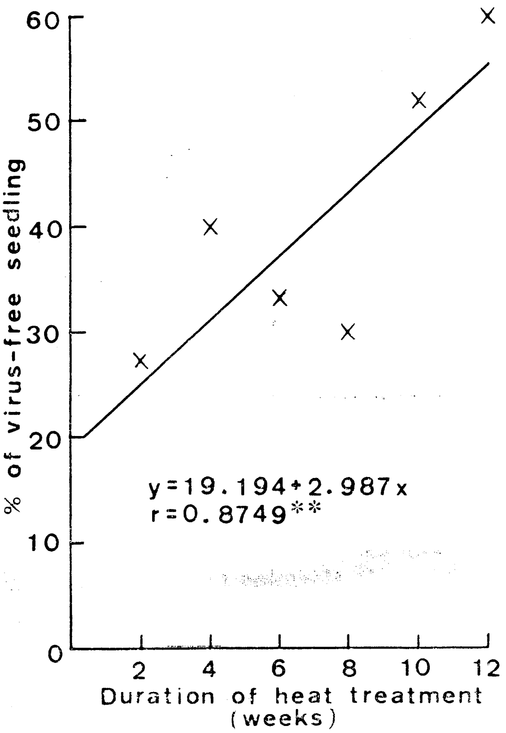


圖 1：38 °C 恆溫熱處理配合莖頂培養與獲得無病毒苗比率的關係

Fig. 1. The relationship between the percentage of virus-free seedlings obained from shoot tip culture and the duration of constant heat treatment (38°C) from virus-infected sweet potato

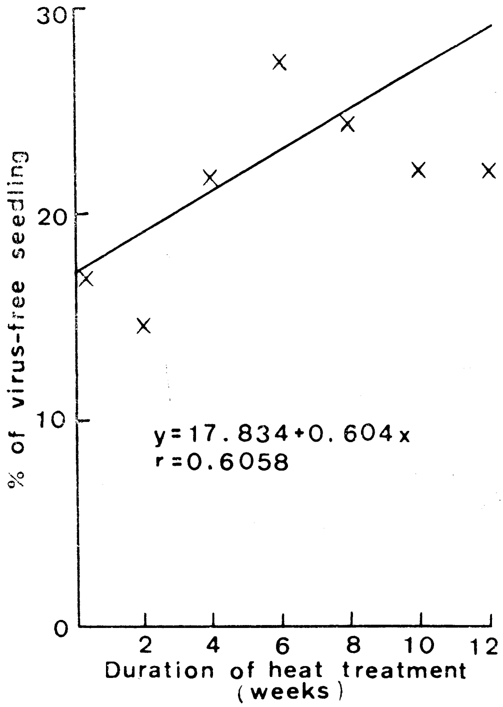


圖 2：38/32 °C 變溫熱處理配合莖頂培養與獲得無病毒苗比率的關係

Fig. 2. The relationship between the percentage of virus-free seedlings obtained from shoot tip culture and the duration of alternating heat treatment (38/32°C) fromvirus-infected sweet potato.

及 SPV-N 病毒的抑制效果不大。二處理的資料所得二迴歸係數，經 t 値測驗結果，$t=2.9054>t\binom{V=10}{P=0.05}=2.228$，即 $\beta_1 \neq \beta_2$，二迴歸係數差異顯著，顯示恆溫熱處理有意義。

二、切取莖頂之大小對甘藷病毒去除的處理效果

由 38 °C 恆溫，38/32 °C 變溫及室溫（25～30 °C）3 種不同前處理，經 8 週後，切取不同大小的莖頂，所得的培養株經病毒檢定結果得知，莖頂切取的大小與獲得無病毒苗的比率，在恆溫及室溫時均呈極顯著的負相關（r＝－0.9598* 及－0,9663**）(圖 3 、4），變溫時僅呈顯著的負相關（r＝

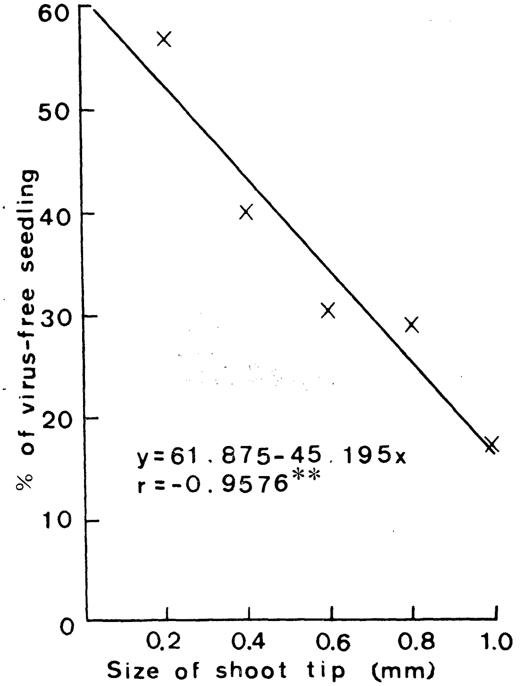


圖 3 ：38°C 恆溫熱處理八週，莖頂切取培養與獲得無病毒苗比率的關係

Fig. 3. The relationship between the percentage of virus-free seedlings obtained and the size of shoot tip excised from virus-infected sweet potato pretreated by constant high temperature (38°C) for 8 weeks.

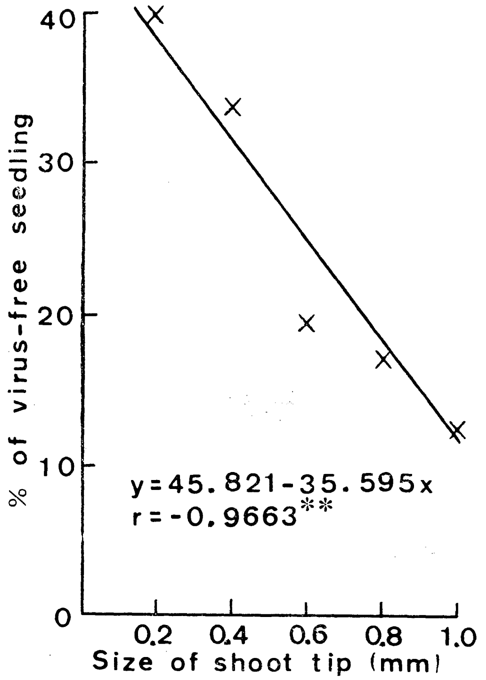


圖 4 ：25～30°C 室溫培植八週，莖頂切取培養與獲得無病毒苗比率的關係

Fig. 4. The relationship between the percentage of virus-free seedlings obtained and the size of shoot tip excised from virus-infected sweet potato cultivated under room temperature (25-30°C) for 8 weeks.

－0.8905*）（圖 5 ），但由於 3 處理之迴歸係數差異顯著性測知，三迴歸係數之間的 t 絕對值均小於 $t=\binom{V=6}{P=0.05}=2.447$，即 $\beta_1=\beta_2=\beta_3$，顯示 3 處理所得結果趨於一致，說明切取莖頂不同大小獲得無病毒株的比率，不因前處理的不同而有顯著的影響，亦即 SPV-A 及 SPV-N 病毒之分佈，在越近莖頂部分其濃度越低。

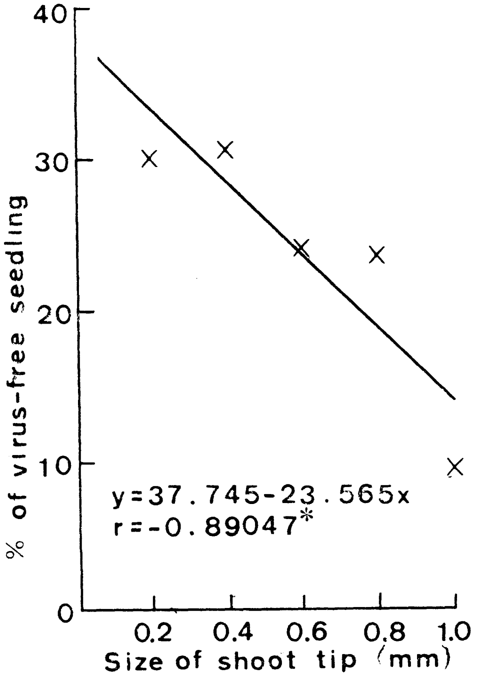


圖 5 ：38/32°C 變溫熱處理八週，莖頂切取培養與獲得無病毒苗比率的關係

Fig. 5. The relationship betweetn he percentage of virus-free seedlings obtained and the size of shoot tip excised from virus-infected sweet potato pretreated by alternating temperature (38/32°C) for 8 weeks.

三、化學療法對甘藷病毒去除的處理效果

由試驗結果示知：改良 MS 培養基添加 kinetin 10 ppm 或 2-thiouracil 100 ppm 時，對SPV-N 及 SPV-A 病毒均有良好的抑制效果。GA_3 及 malachite green 則對此病毒不發生影響。（表 1）

表1. 化學藥劑處理配合莖頂培養對甘藷病毒消除的效果

Table 1. The effect of chemotherapies followed by shoot tip culture on the eradication of SPV-A and SPV-A in sweet potato

Compound	Concentration (ppm)	No. of explant treated	No. of explant survived	No. of plantlet indexed	No. (%) of virus-free plant
2, 4-dichlorophenoxy	1	80	32a	—	—
acetic acid (2, 4-D)	0.5	80	47a	—	—
6-furfuryl adenine	1	80	21	19	1(5.26)
(Kinetin)	10	80	21	20	9(45.00)
Gibberellic acid	1	80	26	26	2(7.69)
(GA_3)	10	80	19	17	1(5.88)
Malachite green	2	80	22	22	0(0.00)
(MG)	4	80	22	21	0(0.00)
2-thiouracil	50	80	9	9	0(0.00)
(TU)	100	80	16	16	9(56.25)
Check	—	80	29	29	7(24.14)

a Only callus developed and no shoot tip could be excised.

討　論

甘藷莖頂培養之前處理若以 33 °C 恆溫熱療配合切取 0.8 mm 左右的莖頂培養，獲得無病毒株的比率與熱處理時間長短呈極顯著的相關。變溫處理雖時間長達 12 週，但對病毒的去除影響輕微。可能 SPV-A 及 SPV-N 病毒在 32 °C 時尚具有增殖能力，此結果與在溫室中或夏季高溫期，此 2 種病毒感染的病株，較易顯現病徵的事實相吻合，可能此二病毒屬嗜高溫發病的病毒。

切取不同大小的莖頂進行培養，其所獲得無病毒株的比率，3 種不同溫度前處理所得的結果趨於一致，呈極顯著或顯著的負相關，表示病毒的濃度在莖頂附近呈不均等分佈，愈接近生長點部位病毒濃度愈低，與 Kassanis [8] 的觀點相符合，但比較 3 種不同溫度前處理，仍以變溫處理的效果較差，與上述 32 °C 適合 SPV-A 或 SPV-N 增殖的假設相吻合。

Raychaudhuri [20] 報導 GA 或 2.4-D 在 1 ppm 時對 Chilli mosaic virus 的感染有抑制作用，但本試驗發現甘藷對 2.4-D 很敏感，0.5 ppm 時已足使切離莖頂產生大量癒傷組織，而無法由試管培養中再取得莖頂；在含 GA_3 的培養基中，雖然培養體生長迅速，發育良好。但 GA_3 僅促進莖頂下方細胞的分裂與增大 [21]，可能病毒在處理前已侵入莖頂近生長點部位，而無法除去。Milo (1969) 認為 Cytokinin 抑制病毒增殖，乃因 Cytokinin 可加速側芽細胞分裂與成長 [16]，本試驗以 10 ppm 的濃度處理結果，顯示有顯著的功效，Takahashi [22] 及 Norris [19] 認為 malachite green (MG) 對某些病毒的合成具抑制能力，由試驗結果發現 MG 非但對 SPV-A 及 SPV-N 病毒的去除無助益，反而對甘藷的生長有抑制作用，2-thiouracil 對病毒去除的研究甚多 [5]，一般使用濃度為 100ppm，由試驗結果得知：SPV-A 及 SPV-N 病毒在 2-thiouracil 100 ppm 時，其增殖亦受抑制，但培養體的生長受 2-thiouracil 的影響亦大，故處理後莖頂切離體的存活率大為減低。

引用文獻

1. 臺灣省農業試驗所年報 1980・PP. 93-94.
2. Alconero, R., A. G. Santiago, F. Morales and F. Rodrignez. 1975. Meristem tip culture and virus indexing of sweet potatoes. Phytopathology 65 : 767-773,
3. Baker, K. F. 1962. Thermotherapy of planting material. Phytopathology 52 : 1244-1255.
4. Berg, L. A. and M. Bustamante. 1974. Heat treatment and meristem culture for the production of virus-free bananas. Phytopathology 64 : 320-322.
5. Franki, R. I. B. 1962. The inhibition of plant virus multiplication in two host species by 2-thiouracil. Virology 17 : 1-8.
6. Hahn, S. K. 1979. Effects of viruses (SPVD) on growth and yield of sweet potato. Expl. Agri. 15 : 253-256.
7. Ikegam, Y., K. Mori and N. Yamada. 1964. Elimination of sweet potato mottling mosaic virus by tissue culture. Ann. Phytopath. Soc. Japan 29 : 79.
8. Kassanis, B. 1957. The use of tissue cultures to produce virus-free clones from infected potato varieties. Ann. Appl. Biol. 45 : 422-427.
9. Kunkel, L. O. 1936. Heat treatments for the cure yellows and other virus diseases of peach. Phytopathology 26 : 809-830.
10. Liao, C. H., I. C. Chien, M. L. Chung, R. J. Chiu and Y. H. Han. 1979. A study of sweet potato virus disasses in Taiwan I. Yellow spot virus disease. J. Agri. Res. China (Taiwan, R. O. C.) 28 : 127-138. (in Chinese with English summary)
11. Liao, C. H. and M. L. Chung. 1979. Shoot tip culture and virus indexing in sweet potato. J. Agri. Res. China. (Taiwan, R. O. C.) 28 : 139-144. (in Chinese with English summary).

12. Lobenstein, C. and I. Harpaz. 1960. Virus diseases of sweet potatoes in Israel. Phytopathology 50 : 100-104.
13. Lovrekovich, L. 1959. A simple serological micromethod for detection of potato x virus. Növenytérmelés 8 : 73-76 *in* Methods in Plant Pathology (Király, Z. ed. 1974) Res. Insti. Plant Prot., Budapest.
14. MacDonal, D. M. 1973. Heat treatment and meristem culture as a means of freeing potato varieties from virus X and S. Potato Res. 16 : 263-269.
15. Martin, W. J. 1962. Attempts to eliminate sweet potato internal cork virus by heat treatments. Plant Dis. Reptr. 46 : 19-20.
16. Milo, G. E. and S. B. I. Srivastava. 1969. Effects of cytokinins on tobacco mosaic virus production in local lesion and systemic hosts. Virology 38 : 26-31.
17. Mukiibi, J. 1977. Effect of mosaic on the yield of sweet potatoes in Uganda. Pages 169-170 in J. Cock., R. MacLntyre and M. Graham (eds.). Proceedings of the Fourth Symposium of the International Society for Tropical Root Crops. International Development Research Center. Ottawa. 277pp.
18. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant 15 : 473-479.
19. Norris, D. O. 1954. Development of virus-free stock of Green Mountain by treatment with malachite green. Aust. J. Agri. Res. 5 : 658-663.
20. Raychaudhuri, S. P. 1970, Plant viruses in tissue culture *in* Plant Tissue Culture (H. E. Street and G. G. Henshaw ed.) Pages 429-460.
21. Sachs, R. M., C. F. Bretz and A. Lang. 1959. Shoot histogenesis : The early effects of gibberellin upon stem elongation in two rosette plants. Amer. J. Bot. 46 : 378-384.
22. Takahashi, W. N. 1948. The inhibition of virus increase by malachite green. Science 107 : 226.
23. Wang, P. J. and C. Y. Hu. 1980. Regeneration of virus-free plants through *in vitro* culture. Advances in Biochemical Engineering 18 : 61-99.

Studies on Eradication of SPV-A and SPV-N Viruses from Infected Sweet Potato [1]

Chia-Hsin Liao[2], Hsin-Sheng Tsay[3] and Ying-Chuan Lu[4]

Summary

This study was conducted to test the effects of thermotherapy and chemotherapy on the culture of shoot tips *in vitro* for producing virus-free seedlings from virus infected sweet potato. The duration of constant heat treatment (38°C) of sweet potato plants was positively correlated with the percentage of virus-free seedlings obtained (r=0.8749**). On the other hand, no correlation between these two factors was found at day/night temperatures of 38/32°C (r=0.6053). The negative correlation between the size of excised shoot tips and the percentage of virus-free seedlings obtained revealed uneven distribution of virus SPV-A and SPV-N in the shoot tips. Lowest concentration of virus at the position closest to the meristem was suggested. Culture medium containing 10 ppm of kinetin or 100 ppm of 2-thiouracil exhibited the inhibitory effect on virus mulitplication.

1. Contribution No. 1061 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This study was a part of master thesis of the first author, was supported by a grant from National Science Council.
2. Assistant Agronomist, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI. Chiayi , Taiwan 600, ROC.
3. Senior Agronomist, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.
4. Professor, Department of Agronomy, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan 400, ROC.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 31 (3): 246~253 (1982)

水稻葉色與葉片全氮濃度之品種間差異[1]

蔡 金 川[2]

摘要：秈稉稻各十五個品種於本所試驗田在自然的環境下一、二期作進行試驗。由試驗結果得知秈稉稻之間或秈稉稻各品種間之葉色或全氮濃度皆達1％水準的顯著性差異。

稉稻於兩期作各生育時期（孕穗期、抽穗期、抽穗後十天及抽穗後二十天）之葉片全氮濃度與葉色值之相關係數皆比秈稻大。又秈稉稻皆於孕穗期時之相關係數最大，抽穗後相關係數則急速的下降，這可能與抽穗後葉片黃化或老化有關。故若以葉色測定水稻葉片含氮濃度，應於孕穗期或抽穗期較爲適當。但秈稉稻三十個品種有部份品種如臺中秈10號、豐錦等，其葉片全氮濃度與葉色值不成比例的增減。

水稻的生育除受自然條件（日照、溫度等）影響之外，還受施肥的適當與否所影響。肥料中氮肥對水稻生育的影響最大，氮肥能增大水稻生育初期之葉面積 [6]，並提高物質生產量，同時也能確保必要的株數。於抽穗開花期或抽穗後施用氮肥能促進根的發育同時提高同化作用。但氮肥的施量適當與否對於水稻的生育良否具有莫大的關係，如施過量的氮肥易引起徒長、倒伏，影響羣落的透光性，造成日射量的不足影響光合作用因而碳水化合物減低，結實率也降低。因此在水稻生育中須要一正確判斷其氮素含量。葉身的氮素濃度能反應出水稻個體的氮素濃度 [7]，因此以葉身的氮素濃度之多寡，可以判斷或診斷水稻的營養狀態。

由本試驗的結果得知，水稻之葉色值與葉片氮素濃度有密切的關係，特別在孕穗期與抽穗期兩者之間有高的相關，因此認爲以葉色判斷或診斷水稻葉片氮素含有率乃是簡便又可行的方法。但有一些品種不適合於以葉色來判斷水稻葉片的氮素濃度，換言之不能用葉色診斷水稻的營養。

茲將試驗結果報告於此，供稻栽培者及育種者之參考。

材料與方法

本試驗自民國69年第二期作開始，至70年第一期作完成，於臺中縣霧峰鄉本所試驗田進行。供試品種秈稉稻各十五品種（如表1）。採用裂區試驗設計（Split Plot Design），每小區8行，每行8叢，行株距 25×20cm，重複三次。採樣時期爲主試因，品種爲副試因。

水稻生育期間於孕穗期，抽穗期，抽穗後十天及抽穗後二十天四個時期。每時期先於田間測定每個體羣之葉色，每小區測定六叢。然後採二小區十二叢之葉片，置於 100°C 通風乾燥箱1—2小時後，再以 80°C 處理至完全乾燥而磨成粉狀，以 Semi-micro Kjeldahl 方法，定全氮濃度。

葉色值測定方法：用五種不同深淺程度的綠色刺繡線與黃色一種，即黃（0），淡綠（1），中淡綠（2），綠（3），中綠（4），濃綠（5）全部有六種，製成標準色板（如圖1。）

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1062 號。

2.本所農藝系技士。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

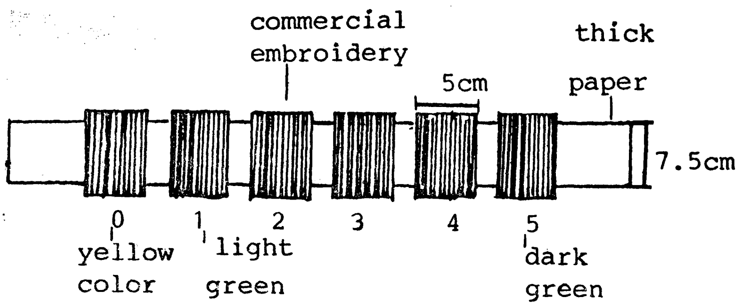


圖1.　水稻葉片之標準色板

Fig 1. Standard color plate for measured leaf blade of rices.

以此標準色板距離所要測定的水稻植株 4－6 公尺，背着太陽，比較水稻體羣之葉色與標準色板，求出水稻葉色與標準色板最相近的數值。例如葉色介於綠色與中淡綠之間爲 1.5。葉色判定常有人爲差異，因此分成三組重複測定葉色值，再求其平均值。

肥料用量：硫酸錏、過磷酸鈣及氯化鉀一期作分別爲 640, 320, 90 kg/ha，；二期作爲 580, 250, 85 kg/ha，其他田間管理按一般管理法。

結果與討論

試驗結果如表 1 所示，葉片的全氮濃度及葉色值，對於期作間之四個時期（孕穗期、抽穗期、抽穗後十天及抽穗後二十天）有顯著差異存在。秈粳稻之間或是秈粳稻各十五品種間，皆達 1 %水準的顯著性差異。

表1.　水 稻 品 種 葉 片 全 氮 濃 度 與 葉 色 值

Tadle 1. The nitrogen content of leaf blades and the leaf color in 30 rice varieties.

Cultivar	Code number	Growth stages															
		A				B				C				D			
		N %		Leaf color		N %		Leaf color		N %		Leaf color		N %		Leaf color	
		Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop
Taipei 309	①	1.98	2.17	3.06	3.50	2.01	2.25	3.15	3.70	1.88	1.79	3.02	3.50	1.28	1.38	2.40	2.93
Hsinchu 56	②	2.26	2.76	3.56	4.32	2.18	2.35	3.42	3.82	1.85	2.20	3.37	3.65	1.81	1.69	3.30	3.03
Taichung 65	③	2.42	2.60	3.88	4.08	2.39	2.35	3.85	3.97	2.20	2.33	3.72	3.94	1.36	1.56	2.50	3.00
Taichung 186	④	2.77	2.40	4.31	4.15	2.71	2.50	4.20	3.78	2.54	1.90	4.06	3.38	1.71	1.82	3.00	3.20
Tainung 62	⑤	2.52	2.87	4.02	4.30	2.06	2.48	3.23	3.95	1.86	2.10	3.10	3.63	1.57	1.52	3.05	3.08
Tainung 67	⑥	2.15	2.50	3.39	3.98	2.02	2.15	3.26	3.63	1.76	2.02	3.05	3.58	1.45	1.54	2.95	3.15
Chianung 242	⑦	2.11	2.60	3.32	4.10	2.08	2.45	3.24	3.90	1.85	2.03	3.00	3.60	1.54	1.74	2.63	3.10
Chianan 8	⑧	2.00	2.65	3.12	4.16	1.98	2.22	3.05	3.88	1.90	2.10	2.80	3.70	1.75	1.86	2.75	3.26
Tainan 5	⑨	2.35	2.27	3.72	3.58	2.27	2.55	3.55	3.83	2.15	2.26	3.38	3.50	1.65	1.63	2.70	3.07
Tainan 6	⑩	2.37	2.50	3.76	4.06	2.22	2.01	3.45	3.47	2.06	1.76	3.42	3.08	1.78	1.71	3.20	3.06
Kaohsiung 139	⑪	2.74	2.71	3.70	4.25	2.67	2.32	3.60	3.80	2.48	1.92	3.40	3.35	1.43	1.89	2.80	3.30
Kaohsiung 140	⑫	2.44	2.36	3.91	3.73	2.26	1.98	3.88	3.45	1.72	1.95	3.30	3.40	1.52	1.69	3.12	3.05

Kaohsiung sel. 1	⑬	2.04	2.43	3.20	4.12	1.94	2.15	2.93	3.85	1.80	2.00	2.70	3.53	1.43	1.73	2.60	3.08
Taitung 20	⑭	2.18	2.31	3.44	3.66	2.04	2.14	3.40	3.61	1.80	2.12	3.37	3.55	1.40	1.43	3.27	2.98
Toyonishiki	⑮	2.64	2.20	3.67	3.45	2.57	2.30	3.53	3.63	2.18	2.15	3.35	3.30	1.48	1.83	2.35	2.94
Hsinchu-ai-chueh-chien	⑯	2.53	2.16	4.00	4.05	2.11	1.92	3.33	3.33	1.75	1.90	3.30	3.77	1.50	1.65	3.55	3.30
Taichung nativel 1	⑰	1.95	2.37	2.94	4.10	1.93	2.23	2.90	4.06	1.90	1.83	2.33	3.57	1.65	1.63	2.60	3.07
Taichung sen 2	⑱	2.14	2.05	3.35	3.93	2.07	1.82	3.33	3.67	2.01	1.79	3.70	3.60	1.47	1.65	3.15	3.30
Taichung sen 3	⑲	1.63	2.13	2.70	4.20	1.60	1.83	2.65	3.75	1.16	1.64	2.10	3.38	1.12	1.46	2.40	2.98
Taichung sen 10	⑳	1.73	2.11	4.34	4.25	1.72	1.33	4.25	3.33	1.45	1.34	4.15	3.33	1.40	1.32	4.00	2.80
Chianung sen 6	㉑	1.74	1.79	2.90	3.60	1.43	1.75	2.62	3.54	1.20	1.41	2.53	3.30	1.18	1.40	2.53	2.95
Chianung sen 8	㉒	2.00	1.90	3.10	3.80	1.95	1.95	3.05	3.72	1.83	1.83	3.00	3.65	1.14	1.46	2.35	3.17
Chianung sen 11	㉓	1.90	1.75	2.97	3.65	1.66	1.72	2.30	3.35	1.22	1.70	2.45	3.00	1.14	1.40	2.30	2.90
Tainung sen 12	㉔	2.16	2.00	3.37	3.83	2.22	1.97	3.45	3.80	2.15	1.73	3.40	3.40	1.86	1.45	3.00	2.97
Kaohsiung sen 7	㉕	1.72	2.25	2.92	4.15	1.45	1.77	2.60	3.60	1.10	1.64	2.55	3.55	1.06	1.61	2.50	3.33
Pao-yeh-tzu	㉖	1.82	2.45	2.33	3.30	1.76	2.19	2.85	3.70	1.73	1.72	2.80	3.45	1.03	1.33	2.20	2.83
Ai-chueh-nan-te	㉗	2.74	2.74	4.26	4.57	2.17	2.62	3.93	4.45	1.83	1.93	3.57	3.65	1.31	1.65	3.10	3.05
Chia-yeh-ching	㉘	2.30	2.05	3.63	3.95	2.20	2.02	3.60	3.50	1.80	1.71	3.15	3.35	1.02	1.43	2.30	3.08
Chen-tzu-ai 11	㉙	2.74	2.34	4.24	4.70	2.15	2.77	3.98	4.10	1.87	1.93	3.65	3.67	1.16	1.87	3.40	3.00
Nan-tsao 32	㉚	2.65	2.44	4.29	4.30	2.61	2.46	4.12	4.15	2.53	1.92	4.02	3.40	1.57	1.49	3.03	2.83

Note: (1) Code number ①—⑮Japonica type. ⑯—㉚Indica type

(2) Growth stages: A—booting stage. B—headiug. C—10 days after heading. D—20 days after heading.

表2.水稻葉片全氮濃度與葉色值之變方分析

Tadle 2. Analysis of variance for the nitrogen content in leaf blades and leaf color.

Source of variation	Nitrogen content		Leaf color	
	df	F	df	F
C	1	491.23**	1	14400.21**
B. C	2	—	4	—
T	3	3489.00**	3	14223.00**
R	1	2003.38**	1	110.44**
L. R	28	149.00**	28	1064.06**
T. R	3	17.97**	3	12.31**
TL. R	84	19.05**	84	90.00**
CT	3	26.97**	3	375.25**
CR	1	0.59	1	262.81**
CLR	28	45.69**	28	640.75**
CTR	3	9.64**	3	102.94**
CTLR	84	12.97**	84	58.50**
Error	238	—	476	—
Total	479	—	719	—

Note ** indicate significance at the 1% level.

C : Crop season. B : Block. T : Stage. R : Japonica VS. Indica.

L : Variety.

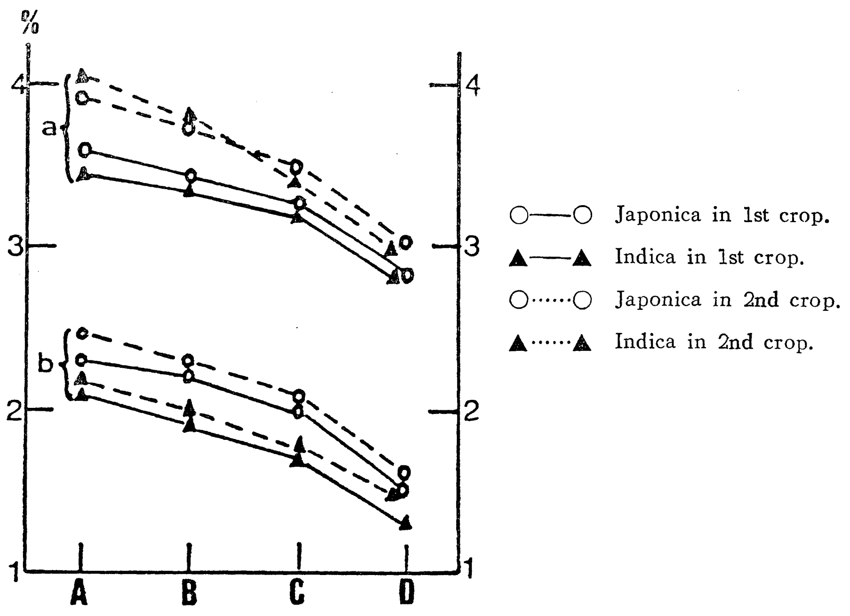


圖2. 水稻葉片全氮濃度與葉色值

Fig 2. Percent nitrogen content (a) and observed values of the leaf color (b) in *Japonica* and *Indica* rice plalnts at 4 stages of growth.
Note : Growth stages (A) bòoting stage (B) heading (C) 10 days after heading and (D) 20 days afer heading.

此試驗自孕穗期至抽穗後二十天之生育期間，兩期作間葉片的全氮濃度呈顯著性差異 ，與陳等[1]以臺南 5 號、臺中秈 5 號兩品種的試驗結果相似，可能因期作間（日照、溫度等）條件差異懸殊，而影響葉片氮素含量的變化。圖 2 示秈稉稻品種之葉片全氮濃度平均值，在其各生育時期二期作較一期作稍大，陳等[1] 以稉稻臺南 5 號爲材料之試驗結果相似，但其秈稻臺中秈 5 號之葉片氮素濃度一期作反而較二期大，本試驗使用品種的數目乃15個品種之平均值，不易作比較。由圖 2 可看出秈稉稻之葉片全氮濃度與葉色值，自孕穗期至抽穗後20天兩期作皆呈緩慢的遞減，石塚、田中[5] 用農林33號等五個品種及 IRRI 的報告[9]以 IR 8號，Peta 兩品種作試驗， 兩者的試驗也出現類似的結果。石塚及田中 [5] 指出幼穗形成期至登熟期葉片氮素濃度的降低是由於氮素從葉片轉流至稻穗所致。而一、二期作秈稉稻之葉色值也是自孕穗期之後遞減 ，這期間葉綠素也發生遞減 [1,2] ，也許與此有關，或是葉片老化所引起。 由圖 3 、 4 可知秈稉稻一 、 二期作由孕穗期至抽穗後十天葉片氮素濃度與葉色值呈顯著性的正相關，與折谷 [4] 的試驗結果大致相同。而稉稻一、二期作至抽穗後二十天仍呈顯著的正相關，這時期稉稻之葉片氮素濃度與葉色值皆比秈稻高（圖 2 ），或許與此有關。又石塚及田中[5]的試驗結果所示 ，早熟稻品種於抽穗期葉片氮素濃度平均 2.07 %，晚熟稻品種平均0.97 %，由此可知早晚熟品種於抽穗期葉片氮素含有率差異大，即早熟稻品種葉片含有率較大，晚熟品種較小。本試驗也有類似的結果出現，於一期作之早熟稻品種如豐錦 、 南早 32號之葉片氮素濃度各爲2.57%，2.61%，晚熟稻品種如臺農67號，臺中秈 3 號分別爲2.02%，1.60%，而二期作也呈類似的結果。可能因早熟稻營養生長期較短，氮素由葉片轉流至穗較少，或是消耗氮的期間較短，還是早晚熟品種的特性所致，有待進一步研究。

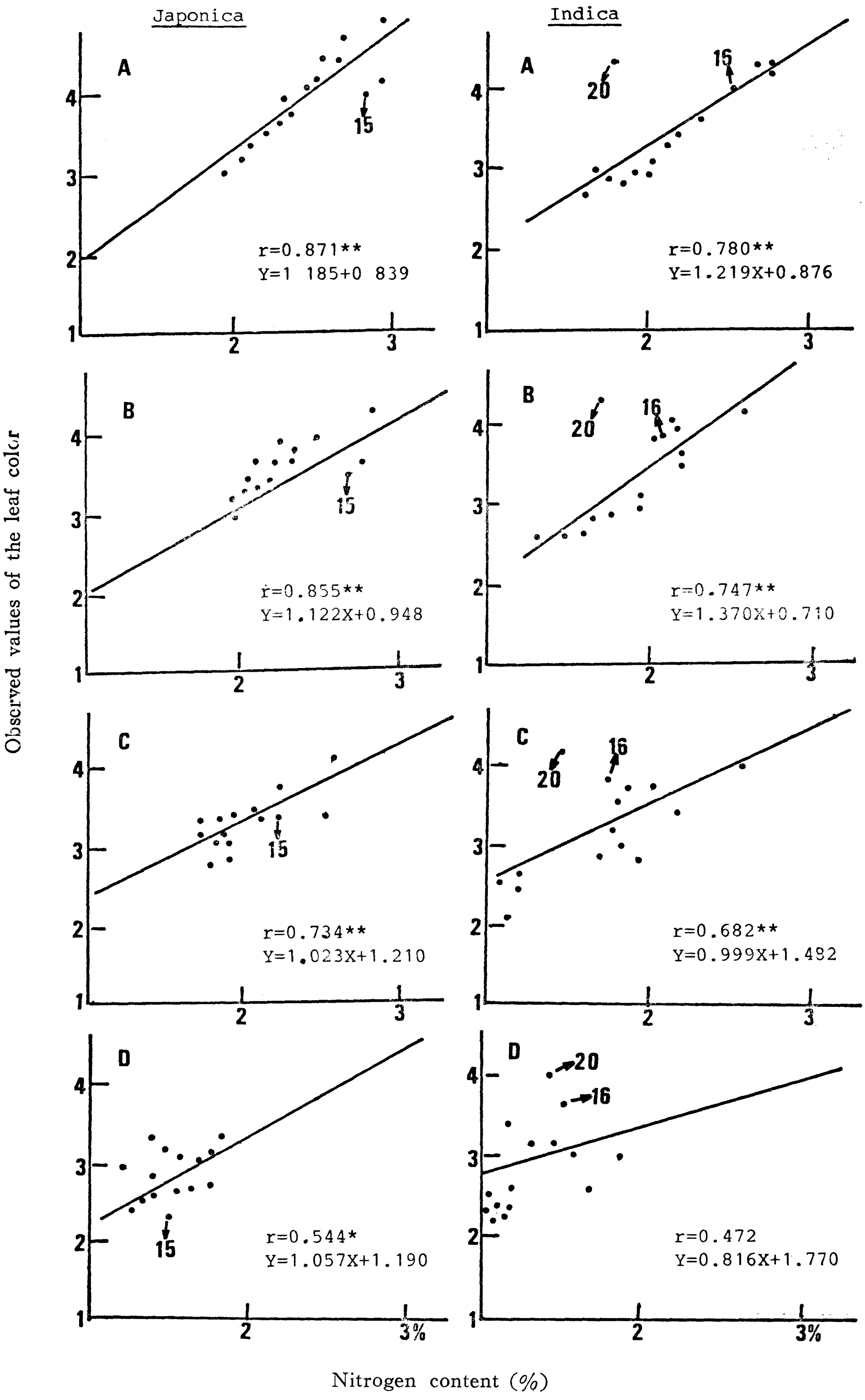


圖3. 一期作水稻葉色與葉片全氮濃度之關係圖解。

Fig 3. Relation between the leaf color and nitrogen content in leaf blades in rice plants of the first crop 1981 at (A) booting stage (B) heading (C) on 10th day after headiheg (D) on 20th day after heading.

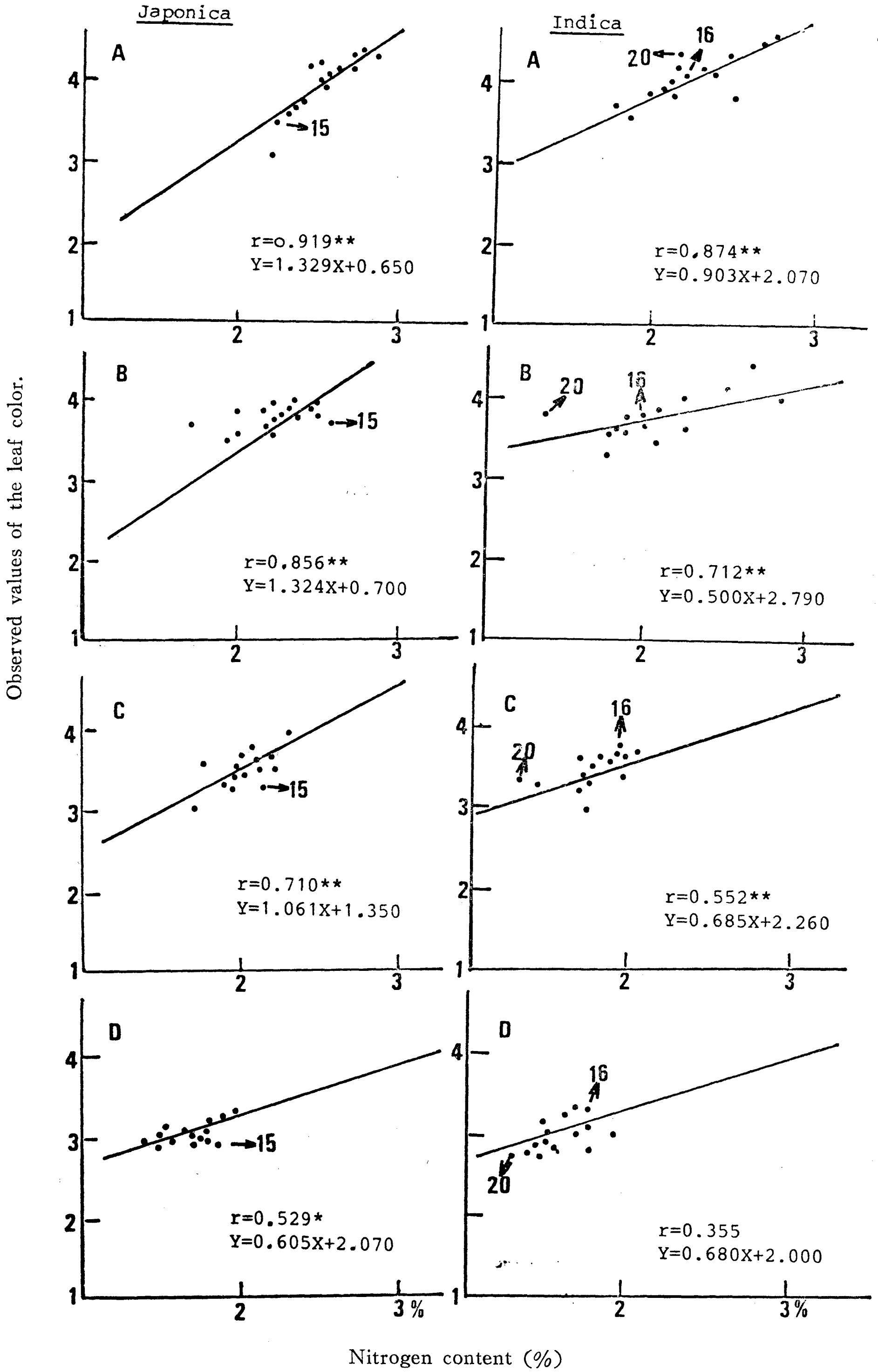


圖4. 二期作水稻葉色與葉片全氮濃度之關係圖解

Fig 4. Relation between the leaf color and the nitrogen content in leaf blades in rice plants of the second crop 1980 at (A) booting stage (B) heading (C) on 10th day after heading (D) on 20th day after heading.

秈稉稻之全氮濃度與葉色值之相關係數，於生育期間之孕穗期、抽穗期，抽穗後十天及抽穗後二十天，兩期作皆於孕穗期最大（如圖3、4所示）。而抽穗後則急速下降，這可能與葉片之全氮濃度與葉色值有關，因兩者於孕穗期最高，這與葉片之全氮濃度及葉色值的變化趨勢相似（如圖2）。松崎等[3]與松島[8]曾以十三個品種於抽穗前不同生育時期測定葉片之全氮濃度與葉色值，在孕穗期兩者之相關係數最大，也認爲這與水稻的葉色及葉片全氮濃度有關，生育初期雖然葉色呈現濃綠至暗綠色，但葉片氮的濃度並不高，因此兩者的相關係數就小。由圖3、4顯示抽穗後其相關係數下降頗大，尤其是抽穗後20天降低更大。秈稻比稉稻也降低更大，這時期之葉片全氮濃度及葉色值也是最低，不易由葉色推測葉片全氮濃度。但稉稻兩期作於抽穗後20天葉片全氮濃度與葉色值之相關係數仍達到5％之顯著水準，若以葉色推測葉片全氮濃度抽穗後二十天還勉强可進行。而秈稻兩期作於抽穗後二十天葉片全氮濃度與葉色值之相關係數皆不達到顯著性水準，因秈稻葉片於抽穗後迅速呈現黃化。有如松島[8]所述：水稻因葉色不濃與葉片全氮濃度之相關易呈現混亂狀態。也就不易由葉色推測葉片含氮濃度。

由本試驗可知秈稉稻一、二期作自孕穗期至抽穗後十天，葉片全氮濃度與葉色值之相關係數呈現高的正相關，因此孕穗期，抽穗期及抽穗後十天這三個時期可用葉色法去推測葉片全氮濃度。至於孕穗前之生育初期那一時期較適合以葉色推測葉片全氮濃度還須進一步作試驗才可確定。

本試驗使用秈稉三十個品種，有一部分品種之葉色值並不與葉片全氮濃度成比例的增減。由圖3、4可知秈稻品種⑳臺中秈10號及稉稻品種⑮豐錦兩期作之各生育時期皆離迴歸直線（The regression line of Y on X）較遠。松島[8]認爲與遺傳因子有關，又豐錦是否由於早熟稻易提早葉片黃化，尙未確知。另一秈稻品種⑯新竹矮脚尖於一期作自抽穗期至抽穗後二十天皆離迴歸直線亦較遠，但二期作並無此現象，可能由於品種與期作發生相互作用所致，即劉等[2]所述：遺傳及環境的交感作用（Genetic-environment interaction）的存在。

本試驗結果提供由水稻葉色如何推測葉片全氮濃度亦可診斷水稻營養。並確知那一個生育時期進行推測較適當，以及那些品種不適合於使用這種方法。

誌謝：本試驗承本所生理研究室劉大江博士等同仁之協助與指教，劉清博士協助統計分析，農藝系主任謝順景博士及黃真生博士之斧正。中央研究院鄔所長及謝昆章博士的指正。中興大學岡彥一博士及東京大學名譽教授松尾孝嶺博士、村田吉男博士與育種研究室中島哲夫教授，武田元吉助教授及丹羽勝博士等指導，謹此一倂深致謝忱。

引 用 文 獻

1. 陳建山、黃定鼎、劉大江 1981 機插水稻之生育與生理研究 I 氮素、葉綠素及非構造性碳水化合物之濃度變化。中華農業研究30（2）：89-98。
2. 劉清、謝順景、林明華 1981 氣象對臺灣一、二期稻作農藝性狀影響之研究。中華農業研究30（3）：201-214。
3. 松崎昭夫、松島省三、富田豐雄、朴錫洪 1972 水稻收量の成立原理とその應用に關する作物學的研究。第110報 水稻個體羣の葉色表示法について 日作紀41：291-295。
4. 折谷隆志，丹佛利康，葭田隆治 1979 作物の窒素代謝に關する研究 第16報 水稻各品種における光合成，葉面生長とN代謝との關係。日作紀48（1）：10-16。
5. 石塚喜明、田中明 1963 水稻の榮養生理 養賢堂。
6. 津野幸人 1970 イネの科學——多收技術の見方考え方。農山漁村文化協會。
7. 前田正男 1971 イネの榮養診斷と施肥。農山漁村文化協會。
8. 松島省三 1975 稻作の改善技術・養賢堂・
9. IRRI 1966：International Rice Research Institute Annual Report for 1966.

Varietal Difference in Coloration and Nitrogen Content of Leaf Blades in Rice [1]

Jin-chuan Tsai [2]

Sunmary

Fifteen *Japonica* and 15 *Indica* varieties were grown under natural conditions at the experimental field of Taiwan Agricultural Research Institute in Wu-feng, Taichung, for investigating their leaf colors and nitrogen contents in leaf blades at 4 stages, i. e. booting, heading, 10 and 20 DAH (days affer heading) .

The degrees of leaf color and nitrogen contents in leaf blades of 30 rice varieties were all significant at 1% level in both crop seasons in both *Japonica* and *Indica* type rices. The highly positive correlations between the leaf color and nitrogen content in leaf blades were found at all stage except 20 DAH. The correlation coefficients in the *Japonica* varieties were higher than those in *Indica* varieties at all four stages. The booting stage showed the highest positive correlation coefficient, which rapidly decreased after heading. No significant differences in correlation coefficient were found in *Indica* varieties on the 20th day after heading in both crop seasons. It may be due to the yellowing of the leaf or senescence. According to this results, it seems that the leaf color determination is useful to estimate the nitrogen content in leaf blades or to diagnose tne nutrition status of rice plants. Although in some varieties such as Toyonishiki and Taichung sen no. 10, the leaf color did not correspond well with the nitrogen content in the leaf blades.

---

1. Contribution No. 1062 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431 , ROC

Vol. 31, No. 3 September 1982

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Genetical Studies on Grain Characters in Rice .... Y. C. Kuo and S. C. Hsieh......177

Effect of Grain Size and Shape Volume Weight and Milling Recovery of Long-Grain Indica Rice .... S. C. Yang......187

Organ Oifferentiatcon from Callus Derived from Another, Stem and Tuber of Sweet Potato......H. S. Tsay, P. C. Lai and L. J. chen......191

Investigation of Weed Species and Evaluation of Different Herbicides on the Growth of Sisal Hemp in Field .... M. F. Hu......199

Temperature Effect on Differential Shoot Development of Mango during Flowering Period .... Shyi-kuan Ou......209

The Effect of Illumination and Gibberellin (GA_3) on the Germination of Kiwi (*Actinidia Chinensis* Planch) Seeds .... Pang—Chi Liu......215

Studies on Tissue Culture of Cactus (*Gymnocal ycium minansvichii* Var.) .... Ruey—Song Lin......220

The Use of *Azolla Pinnata* in Rice Paddies II. The Influences of Soil and Chemical Fertilizers on the Growth of Azolla. .... C. C. Lee, C. J. Lin and C. F. Lin......225

Transmission of *Ipomoea obscura* Witches'-Broom Agent by Dodder (*Cuscuta chinensis* Lam.) .... I-Iang Yang......235

Studies on Eradication of SPV-A and SPV-N Viruses from Infected Sweet Potato... Chia-Hsin Liao, Hsin-Sheng Tsay aud Ying-Chuan Lu...239

Varietal Difference in Coloration and Nitrogen Content of Leaf Blades in Rice .... Jin-Chuan Tsai...246

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung Hsien, Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號
中華郵政臺字第二○七六號登記為第一類新聞紙類

發行人 萬 雄 臺中縣霧峰鄉萬豐
印刷所 臺灣省政府印刷廠 臺中縣大里鄉草湖